

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-156720

(43)Date of publication of application : 08.06.2001

(51)Int.CI.

H04B 10/152  
H04B 10/142  
H04B 10/04  
H04B 10/06  
H01L 31/12  
H01S 5/062  
H01S 5/0683  
H04B 10/02  
H04B 10/18  
H04B 10/20  
H04J 13/00

(21)Application number : 11-331767

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 22.11.1999

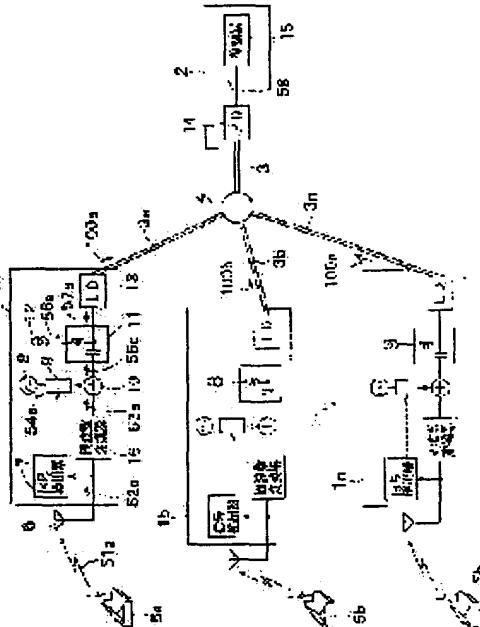
(72)Inventor : SETO ICHIRO

## (54) OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM AND OPTICAL TRANSMISSION METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical transmission system with high stability and excellent reliability, which is not vulnerable to the beat noise.  
SOLUTION: The optical transmission system has slave stations 1a, 1b-1n, a master station 2, and an optical multiplexer 4 that optically multiplexes optical signals from the slave stations 1a, 1b-1n. Each slave station has an antenna 6, a signal detector 7, a frequency converter 16, a local oscillator 8, a switch 9, an adder 10, a bias T 11, a current source 12, and a laser 13. The signal detector 7, the local oscillator 8, the switch 9 and the adder 10 correspond to a superimposing means.

Providing the switch 9 turning on/off a sine wave signal from the local oscillator 8 can preclude the possibility of transmission of an optical signal with high coherence to the master station 2 because each slave station transmits an optical signal whose optical modulation degree is the unity or over even when the antenna 6 receives no wireless signal 51.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
 H 04 B 10/152  
     10/142  
     10/04  
     10/06  
 H 01 L 31/12

識別記号

F I  
 H 01 L 31/12  
 H 01 S 5/062  
     5/0683  
 H 04 B 9/00

テ-マコード(参考)  
 H 5 F 0 7 3  
 5 F 0 8 9  
 5 K 0 0 2  
 L 5 K 0 2 2  
 M

審査請求 未請求 請求項の数15 OL (全24頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平11-331767

(22)出願日 平成11年11月22日(1999.11.22)

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 濑戸一郎

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会  
社東芝研究開発センター内

(74)代理人 100064285

弁理士 佐藤一雄 (外3名)

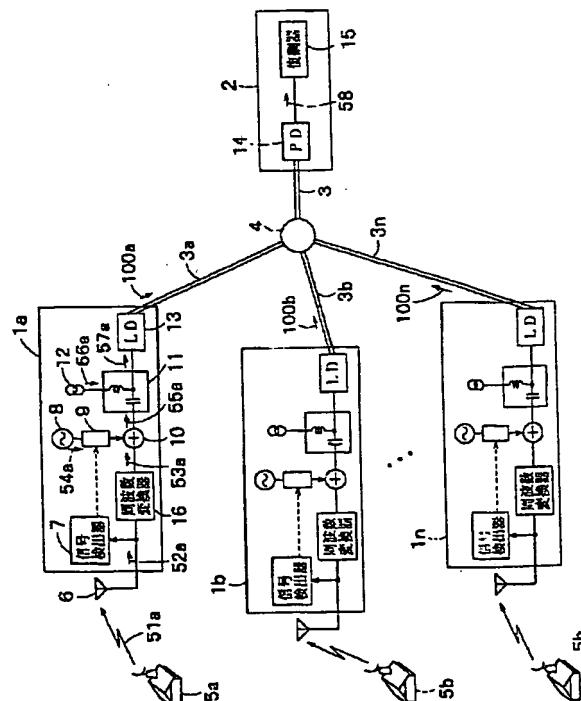
最終頁に続く

## (54)【発明の名称】光伝送システムおよび光伝送方法

## (57)【要約】

【課題】 ピート雜音の影響を受けることなく、安定性がよくて信頼性の高い光伝送システムを提供する。

【解決手段】 本発明の光伝送システムは、複数の子局 $1_a$ ,  $1_b \sim 1_n$ と、親局 $2$ と、各子局 $1_a \sim 1_n$ からの光信号を光多重する光合成器 $4$ とを有する。各子局は、アンテナ $6$ と、信号検出器 $7$ と、周波数変換器 $16$ と、局部発振器 $8$ と、スイッチ $9$ と、加算器 $10$ と、バイアスティ $11$ と、電流源 $12$ と、レーザ $13$ とを有する。これらのうち、信号検出器 $7$ と、局部発振器 $8$ と、スイッチ $9$ と、加算器 $10$ とが重疊手段に対応する。局部発振器 $8$ からの正弦波信号をオン・オフするスイッチ $9$ を設けることにより、アンテナ $6$ で無線信号 $51$ が受信されなくても、光変調度 $1$ 以上の光信号を各子局から送信するようにしたため、干渉性の高い光信号が親局 $2$ に送信されるおそれがなくなる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】情報送信信号に応じた光信号を出力する複数の子局と、  
前記複数の子局のそれから出力された光信号を多重化して光多重信号を生成する光合成手段と、  
前記光多重信号に相關する信号に基づいて、前記複数の子局のそれに対応する情報送信信号を分離抽出する親局と、を備えた光伝送システムにおいて、  
前記複数の子局のそれぞれは、  
前記親局への情報送信信号が存在しなくとも、光変調度が1よりも大きい光信号が前記光合成手段に送信されるように、前記情報送信信号に所定のダミー信号を重畳する重畠手段を有し、  
前記重畠手段の出力信号に基づいて光信号を生成することを特徴とする光伝送システム。

【請求項 2】前記重畠手段は、  
前記親局への情報送信信号が存在するか否かを検出する信号検出手段と、  
所定周波数の前記ダミー信号を出力するダミー信号生成手段と、  
前記信号検出手段の検出結果に基づいて、前記ダミー信号を通過させるか、あるいは遮断するかを切り換える切換手段と、  
前記切換手段の出力と前記情報送信信号とを加算する加算手段と、を有し、  
前記子局のそれぞれは、前記加算手段の出力信号に基づいて光信号を生成することを特徴とする請求項 1 に記載の光伝送システム。

【請求項 3】前記重畠手段は、  
前記親局への情報送信信号が存在するか否かを検出する信号検出手段と、  
所定周波数の前記ダミー信号を出力するダミー信号生成手段と、  
前記信号検出手段の検出結果に基づいて、前記ダミー信号の増幅率を調整するゲイン調整手段と、  
前記ゲイン調整手段の出力と前記情報送信信号とを加算する加算手段と、を有し、  
前記子局のそれぞれは、前記加算手段の出力信号に基づいて光信号を生成することを特徴とする請求項 1 に記載の光伝送システム。

【請求項 4】情報送信信号に応じた光信号を出力する複数の子局と、  
前記複数の子局のそれから出力された光信号を多重化して光多重信号を生成する光合成手段と、  
前記光多重信号に相關する信号に基づいて、前記複数の子局のそれに対応する情報送信信号を分離抽出する親局と、を備えた光伝送システムにおいて、  
前記複数の子局のそれぞれは、  
前記親局への情報送信信号が存在する場合に限り、前記情報送信信号に応じた光信号を出力する出力切換手段を

有し、前記光信号の光変調度を1より大きくしたことを特徴とする光伝送システム。

【請求項 5】前記出力切換手段は、  
前記親局への情報送信信号が存在するか否かを検出する信号検出手段と、  
前記信号検出手段の検出結果に基づいて、前記情報送信信号に応じた光信号を各子局から送信するか否かを切り換える光スイッチまたは電気スイッチと、を有することを特徴とする請求項 4 に記載の光伝送システム。

【請求項 6】前記複数の子局のそれぞれは、  
光信号の信号強度が基準レベルに一致するようにフィードバック制御を行う APC (Automatic Power Control) 手段と、  
前記親局への情報送信信号が存在するか否かを検出する信号検出手段と、  
前記信号検出手段の検出結果に基づいて前記基準レベルを調整する基準レベル調整手段と、を有することを特徴とする請求項 4 に記載の光伝送システム。

【請求項 7】情報送信信号に応じた光信号を出力する複数の子局と、  
前記複数の子局のそれから出力された光信号を多重化して光多重信号を生成する光合成手段と、  
前記光多重信号に相關する信号に基づいて、前記複数の子局のそれに対応する情報送信信号を分離抽出する親局と、を備えた光伝送システムにおいて、  
前記情報送信信号は無線信号であり、  
前記複数の子局のそれぞれは、前記親局への情報送信信号を二次変調する二次変調手段を有し、  
前記二次変調手段は、  
前記親局への情報送信信号が存在しない場合には、所定周波数の無変調信号を出力する手段と、  
前記二次変調手段の出力信号に応じて、光変調度が常に1よりも大きい光信号を出力する光信号生成手段と、を有し、  
前記親局は、前記光多重信号に相關する信号に基づいて、二次変調前の情報送信信号を分離抽出する抽出手段を有することを特徴とする光伝送システム。

【請求項 8】前記二次変調手段は、前記親局への情報送信信号を、子局ごとに異なる周波数で変調した周波数変調信号を出力する電圧制御型発振器を有し、  
前記電圧制御型発振器は、前記親局への情報送信信号が存在しない場合には、正弦波信号を出力し、  
前記抽出手段は、  
前記光多重信号に相關する信号に基づいて、前記複数の子局のそれに対応する周波数変調信号に分配する分配手段と、  
前記分配手段の出力信号に基づいて、周波数-振幅変換を行う周波数弁別手段と、を有することを特徴とする請求項 7 に記載の光伝送システム。

【請求項 9】前記二次変調手段は、

子局ごとに異なる周波数をもつ第1の局部発振信号を出力する第1の局部発振器と、前記親局への情報送信信号に相関する信号の振幅に応じて、前記第1の局部発振信号の振幅変調を行う振幅変調手段と、を有し、前記振幅変調手段は、前記親局への情報送信信号が存在しない場合には、前記第1の局部発振信号をそのまま出力し、前記抽出手段は、前記光多重信号に相関する信号に基づいて、前記複数の子局のそれぞれに対応する周波数変調信号に分配する分配手段と、子局ごとに異なる周波数をもつ第2の局部発振信号を出力する第2の局部発振器と、前記分配手段の出力信号と前記第2の局部発振信号とを乗算する乗算手段と、を有し、前記親局は、前記乗算手段の出力信号に基づいて各子局ごとの情報送信信号を分離抽出することを特徴とする請求項7に記載の光伝送システム。  
【請求項10】情報送信信号に応じた光信号を出力する複数の子局と、前記複数の子局のそれぞれから出力された光信号を多重化して光多重信号を生成する光合成手段と、前記光多重信号に相関する信号に基づいて、前記複数の子局のそれぞれに対応する情報送信信号を分離抽出する親局と、を備えた光伝送システムにおいて、前記複数の子局における前記情報送信信号は無線信号であり、前記複数の子局のそれぞれは、子局ごとに異なる拡散符号を用いて前記情報送信信号をスペクトル拡散するスペクトル拡散手段を有し、前記スペクトル拡散手段の出力信号を光信号に変換して出力し、前記親局は、前記光多重信号に相関する信号に、各子局に割り当てられた前記拡散符号を用いてスペクトル逆拡散する逆拡散手段を有し、前記逆拡散手段の出力信号に基づいて、各子局ごとの情報送信信号を分離抽出することを特徴とする光伝送システム。  
【請求項11】前記複数の子局における前記情報送信信号は無線信号であり、前記複数の子局のそれぞれは、子局ごとに異なる拡散符号を用いて、前記情報送信信号をスペクトル拡散するスペクトル拡散手段を有し、前記スペクトル拡散手段の出力信号を光信号に変換して出力し、前記親局は、前記光多重信号に相関する信号に、各子局に割り当てられた前記拡散符号を用いてスペクトル逆拡散する逆拡散手段を有し、前記逆拡散手段の出力信号に基づいて、各子局ごとの情報送信信号を分離抽出することを特徴とする請求項1～6に記載の光伝送システム  
【請求項12】情報送信信号に応じた光信号を出力する複数の子局と、

前記複数の子局のそれぞれから出力された光信号を多重化して光多重信号を生成する光合成手段と、前記光多重信号に相関する信号に基づいて、前記複数の子局のそれぞれに対応する情報送信信号を分離抽出する親局と、の間で信号伝送を行う光伝送方法において、前記複数の子局のそれぞれは、前記親局への情報送信信号が存在しなくても、光変調度が1よりも大きい光信号が前記光合成手段に送信されるように、前記情報送信信号に所定のダミー信号を重畠した信号に基づいて前記光信号を生成することを特徴とする光伝送方法。  
【請求項13】情報送信信号に応じた光信号を出力する複数の子局と、前記複数の子局のそれぞれから出力された光信号を多重化して光多重信号を生成する光合成手段と、前記光多重信号に相関する信号に基づいて、前記複数の子局のそれぞれに対応する情報送信信号を分離抽出する親局と、の間で信号伝送を行う光伝送方法において、前記複数の子局のそれぞれは、前記親局への情報送信信号が存在する場合に限り、前記情報送信信号に応じた光信号を出力し、前記光信号の光変調度を1より大きくしたことを特徴とする光伝送方法。  
【請求項14】情報送信信号に応じた光信号を出力する複数の子局と、前記複数の子局のそれぞれから出力された光信号を多重化して光多重信号を生成する光合成手段と、前記光多重信号に相関する信号に基づいて、前記複数の子局のそれぞれに対応する情報送信信号を分離抽出する親局と、の間で信号伝送を行う光伝送方法において、前記複数の子局のそれぞれは、光信号の平均信号強度が基準レベルに一致するようにフィードバック制御を行うAPCステップと、前記親局への情報送信信号が存在するか否かを検出する検出ステップと、前記検出ステップの検出結果に基づいて、前記情報送信信号が存在しない場合は、光信号が出力されないように前記基準レベルを調整する調整ステップと、を有し、光信号が出力される際には、前記光信号の光変調度が1より大きいことを特徴とする光伝送方法。  
【請求項15】情報送信信号に応じた光信号を出力する複数の子局と、前記複数の子局のそれぞれから出力された光信号を多重化して光多重信号を生成する光合成手段と、前記光多重信号に相関する信号に基づいて、前記複数の子局のそれぞれに対応する情報送信信号を分離抽出する親局と、の間で信号伝送を行う光伝送方法において、前記複数の子局のそれぞれは、前記親局への情報送信信号を二次変調する変調ステップと、前記二次変調手段の出力信号に応じた光信号を出力する

光信号生成ステップと、を有し、  
前記光信号生成ステップは、前記親局への情報送信信号  
が存在しない場合には、所定周波数の無変調信号を出力  
し、  
子局からの前記光信号の光変調度は1より大きく、  
前記親局は、前記光多重信号に相関する信号に基づいて、  
二次変調前の情報送信信号を分離抽出することを特徴とする光伝送方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、無線信号などのアナログ信号を、複数の子局から親局へ光ファイバを介して、光多重伝送する光伝送システムおよび光伝送方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、移動通信、WLL (Wireless Local Loop)、およびITS (Intelligent Transport System) 等の無線基地局である子局をいろいろな場所に配置し、光ファイバで親局に情報送信信号(電波)を伝送する光ネットワークが知られている。なかでも、光SCMA (Sub-Carrier Multiplex Access) ネットワークは、各子局ごとに異なる副搬送波信号で変調された光信号を、光伝送路中で多重化して親局で一括受信することを可能とする。光SCMA (Sub-Carrier Multiplex) ネットワークは、構成が簡素であり、多数の電気信号を同時に伝送及び処理できるので、おおいに注目されている。

【0003】光SCMA技術の大きな問題の一つに、複数の子局からの光信号が干渉することによって発生するビート雑音がある。ビート雑音とは、複数の子局からの波長差が $\Delta\lambda$ である光信号A, Bを一括して受信した場合に、波長差 $\Delta\lambda$ の周波数帯に発生する雑音成分のことである。

【0004】このビート雑音に対し、幾つかの解決方法が提案されている。その中に、半導体レーザ情報を情報送信信号で直接変調する際に、光変調度を1より大きくする方法があり、過変調、あるいはクリッピング変調と呼ばれる。この方法によれば、光信号の干渉性を抑圧できるため、各子局の波長が一致していてもよい。このため、各子局では、レーザの波長を安定化する等の制御が必要となり、光伝送装置の構成を簡素化できる。

【0005】図26は従来の光伝送システムの概略構成を示すブロック図である。図26の光伝送システムは、複数の子局1a～1nと親局2とを、光ファイバ3, 3a～3nと光合成器4とを介して接続した構成になっている。

【0006】子局1a～1nの内部には、アンテナ6と、アンテナ6での受信信号をIF信号に変換する周波数変換器16と、局部発振信号を出力する局部発振器12と、IF信号および局部発振信号に基づいて変調信号を生成するバイアスティ11と、変調信号に応じた光信

号を出力するレーザ13とが設けられている。

【0007】親局2の内部には、子局1a～1nからの光信号を電気信号に変換するフォトディテクタ14と、復調処理を行ってアンテナ6での受信信号を復元する復調器15とが設けられている。

【0008】図26のシステムでは、DCバイアス信号に情報送信信号を重畠した変調信号をレーザに注入して、直接変調を行う。レーザ13で光信号を生成する際、バイアスティ11からの変調信号の振幅を大きくして、レーザの発振しきい値以下まで振り込ませることにより、光変調度を1よりも大きくする。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】このように、過変調技術を用いてビート雑音を抑圧する光伝送リンクは、光伝送系の構成が簡易であり、移動通信、WLL、およびITS等の無線基地局への適用が期待されている。

【0010】移動通信、WLL、およびITS等の無線通信では、情報送信信号の有無は、加入者の通信接続に依存する。つまり、情報送信信号は、バースト的であり、存在しない時間帯がある。情報送信信号が存在しない子局では、レーザはDCバイアス信号のみで駆動されている。このとき、レーザから出力される光信号は、過変調されないため、光スペクトルは拡散されず、干渉性が高くなる。

【0011】親局では、干渉性の強い光信号波長に、他子局からの光信号波長が接近すると、情報送信信号帯域内にビート雑音が現われる。このような一つの子局に起因するビート雑音により、全ての子局の情報送信信号に対して受信感度を劣化させ、最悪の場合、全く受信できなくなる問題が発生する。

【0012】本発明は、このような点に鑑みてなされたものであり、その目的は、ビート雑音の影響を受けることなく、安定性がよくて信頼性の高い光伝送システムおよび光伝送方法を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するために、請求項1の発明は、情報送信信号に応じた光信号を出力する複数の子局と、前記複数の子局のそれぞれから出力された光信号を多重化して光多重信号を生成する光合成手段と、前記光多重信号に相関する信号に基づいて、前記複数の子局のそれぞれに対応する情報送信信号を分離抽出する親局と、を備えた光伝送システムにおいて、前記複数の子局のそれぞれは、前記親局への情報送信信号が存在しなくとも、光変調度が1よりも大きい光信号が前記光合成手段に送信されるように、前記情報送信信号に所定のダミー信号を重畠する重畠手段を有し、前記重畠手段の出力信号に基づいて光信号を生成する。

【0014】請求項1の発明では、親局への情報送信信号が存在しなくとも、光変調度が1よりも大きい光信号

を各子局から送信するようにしたため、干渉性の強い光信号が親局で受信されるおそれがなくなり、親局はビート雑音の影響を受けなくなる。

【0015】請求項2の発明では、親局への情報送信信号が存在しない場合には、ダミー信号に応じた光信号を各子局から送信するため、情報送信信号の有無にかかわらず、光変調度が1よりも大きい光信号を親局に送信できる。

【0016】請求項3の発明では、ダミー信号の増幅率を調整するようにしたため、光信号の光変調度を、情報送信信号の強度に関わらず、安定して1以上にすることができる。

【0017】請求項4の発明は、情報送信信号に応じた光変調度が1よりも大きい光信号を出力する複数の子局と、前記複数の子局のそれぞれから出力された光信号を多重化して光多重信号を生成する光合成手段と、前記光多重信号に相關する信号に基づいて、前記複数の子局のそれぞれに対応する情報送信信号を分離抽出する親局と、を備えた光伝送システムにおいて、前記複数の子局のそれぞれは、前記親局への情報送信信号が存在する場合に限り、前記情報送信信号に応じた光信号を出力する出力切換手段を有する。

【0018】請求項4の発明では、情報送信信号が存在する場合に限り、光信号を各子局から親局に送信するようにしたため、情報送信信号が存在しない場合に、干渉性の強い光信号が親局に送信されるおそれがなくなる。

【0019】請求項5の発明では、情報送信信号の有無を検出した結果に基づいて、光信号を送信するか否かをスイッチで切り換えるようにしたため、光信号の切り替えを簡易に行うことができる。

【0020】請求項6の発明は、情報送信信号に応じた光信号を出力する複数の子局と、前記複数の子局のそれぞれから出力された光信号を多重化して光多重信号を生成する光合成手段と、前記光多重信号に相關する信号に基づいて、前記複数の子局のそれぞれに対応する情報送信信号を分離抽出する親局と、を備えた光伝送システムにおいて、前記複数の子局のそれぞれは、光信号の信号強度が基準レベルに一致するようにフィードバック制御を行うA P C (Automatic Power Control)手段と、前記親局への情報送信信号が存在するか否かを検出する信号検出手段と、前記信号検出手段の検出結果に基づいて前記基準レベルを調整する基準レベル調整手段と、を有する。

【0021】請求項6の発明では、前記複数のそれぞれの子局で備えている、光信号の平均信号強度が基準レベルに一致されるフィードバック制御を行うA P C (Automatic Power Control)手段において、前記親局への情報送信信号が存在するか否かを検出する信号検出手段からの検出結果に基づいて、前記基準レベルを調整して、情報送信信号が存在しない場合には、光信号の出力をゼロに

して、干渉性の強い光信号が親局に送信されないようにする。

【0022】請求項7の発明は、無線信号である情報送信信号に応じた、光変調度が1よりも大きい光信号を出力する複数の子局と、前記複数の子局のそれぞれから出力された光信号を多重化して光多重信号を生成する光合成手段と、前記光多重信号に相關する信号に基づいて、前記複数の子局のそれぞれに対応する情報送信信号を分離抽出する親局と、を備えた光伝送システムにおいて、前記複数の子局のそれぞれは、前記親局への情報送信信号を二次変調する二次変調手段と、前記二次変調手段の出力信号に応じた光信号を出力する光信号生成手段と、を有し、前記二次変調手段は、前記親局への情報送信信号が存在しない場合には、所定周波数の無変調信号を出力し、前記親局は、前記光多重信号に相關する信号に基づいて、二次変調前の情報送信信号を分離抽出する抽出手段と、を有する。

【0023】請求項7の発明では、情報送信信号を二次変調した後に光信号に変換して親局に送信するため、情報送信信号が存在しない場合には、無変調信号が親局に送信され、親局はビート雑音の影響を受けなくなる。

【0024】請求項8の発明では、二次変調として周波数変調を行うが、電圧制御発振器を用いることにより、情報送信信号が存在しない場合でも、必ず無変調の正弦波信号が出力される構成であり、簡単に二次変調信号を生成でき、子局から出力される光信号の光変調度を安定化できる。

【0025】請求項9の発明では、二次変調として振幅変調を行うが、情報送信信号で変調される正弦波信号は、情報送信信号の有無に依存せず、必ず出力されるため、安定した光変調度の光信号を提供できる。

【0026】請求項10の発明は、情報送信信号に応じた光信号を出力する複数の子局と、前記複数の子局のそれぞれから出力された光信号を多重化して光多重信号を生成する光合成手段と、前記光多重信号に相關する信号に基づいて、前記複数の子局のそれぞれに対応する情報送信信号を分離抽出する親局と、を備えた光伝送システムにおいて、前記複数の子局における前記情報送信信号は、同一周波数帯の無線信号であり、前記複数の子局のそれぞれは、子局ごとに異なる拡散符号を用いて、前記情報送信信号をスペクトル拡散するスペクトル拡散手段を有し、前記スペクトル拡散手段の出力信号を光信号に変換して出力し、前記親局は、前記光多重信号に相關する信号に、各子局に割り当てられた前記拡散符号を用いて、スペクトル逆拡散する逆拡散手段を有し、前記逆拡散手段の出力信号に基づいて、各子局ごとの情報送信信号を分離抽出する分離抽出手段を有する。

【0027】請求項10の発明では、各子局から親局への情報送信信号の周波数帯を異なる帯域に配置する必要がなく、同一の周波数帯でよい。そのため、各子局に備

えられた周波数変換器の構成における局部発振器、フィルタ等は、同一の仕様で良いため、低コスト化がはかれる。また、光信号生成手段の帯域内に、無線信号である情報送信信号が入っていれば、周波数変換の必要がなくなり、スペクトル拡散する構成だけを加えればよい。スペクトル拡散手段は、拡散符号系列が異なるだけであり、ハード構成仕様は全ての子局に対して同一でよく、低コスト化に適している。

【0028】請求項11の発明では、情報送信信号の有無によらず、干渉性の強い光信号は、子局から出力されないので、親局側では、光ピート雑音の影響を低減できる。そのため、光伝送システム全体で、安定した光伝送特性のスペクトル拡散多重方式を提供できる。

#### 【0029】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る光伝送システムについて、図面を参照しながら具体的に説明する。

【0030】(第1の実施形態)図1は光伝送システムの第1の実施形態の構成を示すブロック図である。図1の光伝送システムは、複数の子局1a, 1b～1nと、親局2と、各子局1a～1nからの光信号を光多重するスタークプラ等からなる光合成器(光合成手段)4とを有する。各子局1a～1nは光ファイバ3a～3nを介して光合成器4と光信号の伝送を行い、親局2は光ファイバ3を介して光合成器4と光信号の伝送を行う。

【0031】子局1a～1nはそれぞれ、アンテナ6と、信号検出器(信号検出手段)7と、周波数変換器16と、局部発振器(ダミー信号生成手段)8と、スイッチ(切換手段)9と、加算器(加算手段)10と、バイアスティ11と、電流源12と、レーザ13とを有する。これらのうち、信号検出器7と、局部発振器8と、スイッチ9と、加算器10とが重量手段に対応する。

【0032】光合成器4は、各子局1a～1nからの光信号を副搬送波多重して、光ファイバを介して親局2に伝送する。

【0033】親局2は、光合成器4からの光信号を電気信号に変換するフォトディテクタ(PD)14と、電気信号を変調前の信号に復元する復調器15とを有する。

【0034】次に、子局1a～1nの内部構成について説明する。代表して子局1aについて説明するが、子局1b～1nも同様に構成されている。

【0035】子局1aは、加入者5aから伝送されてきた無線信号51aをアンテナ6で受信して受信信号52aを得る。受信信号52aは、周波数変換器16で所望の帯域に周波数変換されて、IF(Intermediate frequency)信号53aとなる。

【0036】各子局1a～1nのIF信号53a～53nは、互いに副搬送波多重できるように、各子局ごとに固有の周波数帯域が割り当てられている。

【0037】子局1aは、信号検出器7を備えており、受信信号52aの有無を監視している。信号検出器7

は、受信信号52aの有無により、局部発振器8から出力される正弦波信号54aをスイッチ9で、on/off制御する。

【0038】受信信号52aが存在しない場合は、スイッチ9をオンして正弦波信号54aを通過させ、受信信号52aが存在する場合は、スイッチ9をオフして正弦波信号54aを遮断する。正弦波信号54aは、他の子局1b～1nに割り当てられた帯域に影響を及ぼさないような周波数帯域に設定される。簡単には、IF信号53aの帯域と同じでもよい。

【0039】加算器10は、IF信号53aと正弦波信号54aを加算して、送信信号55aを生成する。送信信号55aは、信号検出器7の検出結果により、IF信号53aか正弦波信号54aのいずれかであり、送信信号55aの振幅がゼロになることはない。

【0040】送信信号55aは、バイアスティ11により、電流源12からのDCバイアス電流56aと加算されて変調信号57aとなり、レーザ13に注入される。レーザ13は、変調信号57aに応じた強度をもつ光信号100aを出力し、親局2へ伝送する。

【0041】親局2は、各子局1a～1nから送信されてきた光信号100a～100nをフォトディテクター等の光受信器14で受信し、受信信号58を得る。受信信号58は、復調器15に入力されて、加入者5a～5nからの情報を復調される。

【0042】ここで、光信号100の光変調度OMI(Optical Modulation Index)は、100%以上とする。以下に、光変調度OMI(Optical Modulation Index)の定義を示す。子局において、周波数fsの正弦波でレーザを変調した場合、伝送される光信号P(t)は以下の(1)式で表される。

#### 【0043】

$$P(t) = a + b \cdot \cos(2\pi f_s t) \quad \dots (1)$$

このとき、光変調度OMIは、

$$OMI = a/b \quad \dots (2)$$

である。ここで、aはDCバイアス電流値、bは信号電流値の半値振幅である。

【0044】図2に示すように、レーザが過変調されている場合でも、半値振幅bを用いて、(1)式と同様に光変調度を定義する。

【0045】レーザが過変調されている場合は、OMI > 100% (または1) となる。例えば、図3はレーザ13にファブリーペロー型半導体レーザを使用した場合の光信号100の光スペクトル図である。

【0046】図示のように、OMI > 100%では、光スペクトル帯域が広がり、コヒーレンシーが抑圧される。この光変調度OMIを100%以上の所定値に安定させるために、例えば、AGC(Automatic Gain Control)機能を備えたアンプを周波数変換器16の出力側に挿入する場合がある。

【0047】図4は受信信号58の周波数スペクトル図である。各子局 $2a \sim 2n$ でレーザが過変調されている場合は、ビート雑音は、ピーク値が抑えられて広帯域に拡散されている。そのため、図4に示されるように、各子局 $1a \sim 1n$ からの光信号 $100a \sim 100n$ の波長が一致していても、各信号 $58a \sim 58n$ の帯域におけるビート雑音量は小さく、受信感度への影響は無視できる。

【0048】任意の子局 $1m$ ( $m$ は、 $1 \leq m \leq n$ の整数)、親局2、および加入者 $5m$ の間での無線通信が終了して、受信信号52が存在しなくなった場合でも、正弦波信号54によりレーザ13の光変調度OMIは、100%以上に保たれている。そのため、レーザ13から出力される光信号 $100m$ は、コヒーレンシが抑圧された状態を維持でき、親局2での受信信号58にビート雑音の影響が現れることはない。

【0049】図26に示される従来の光伝送リンクでは、ある子局 $2m$ で無線通信が終了すると、送信信号 $55m$ が無くなるため、光変調度OMIが0%となる。この場合、親局での受信信号58の周波数スペクトルは、図5のようになる。レーザ13から出力される光信号 $100m$ は干渉性が強くなるため、親局2の受信信号58に含まれるビート雑音が広帯域に拡散されず、狭帯域に集中する。干渉性の強い光信号 $100m$ と他光信号 $100'm$ との波長差が、他子局2から伝送されている副搬送波信号の周波数帯に接近すると、受信信号58の受信感度を劣化させ、最悪の場合、受信が不可能となる。

【0050】加入者5がVLSIのような固定である場合には、子局1が受信する無線信号51のパワーは、ほぼ一定値に制御されている。従って、上述したようにAGC機能付きアンプ等を備えて、無線信号51の有無によりスイッチ9で切り替える制御により、光変調度を常に100%以上の所定値に保つことが比較的容易に行える。

【0051】このように、第1の実施形態では、正弦波信号54をオン・オフするスイッチ9を設けることにより、アンテナ6で無線信号51が受信されなくても、光変調度1以上の光信号を各子局から送信するようにしたため、干渉性の高い光信号が親局2に送信されるおそれがなくなり、親局2でのビート雑音を抑制できる。

【0052】(第2の実施形態)第1の実施形態では、加入者5と子局1間での無線信号51のパワー制御を行う場合、信号経路にAGC機能が存在すると、子局1での受信信号の入射パワーが親局2でわからなくなるという問題がある。

【0053】信号線路系にAGC機能が存在しない場合、光信号100の光変調度を、IF信号53だけで所定の値に制御することは困難である。なぜなら、加入者5がITS(Intelligent Transport System)や携帯電話等の端末である場合は、子局1と加入者5間で直接波が遮断されることもあり、受信する無線信号51のパワ

ーが一定でないためである。また、受信信号52が複数チャネルの場合、全チャネルが使用されている状態と使用されていない状態で、受信信号52のパワーは変化するからである。

【0054】そのため、図1の局部発振器12から出力される正弦波信号54を、スイッチ9によりon/off制御するだけではなく、信号強度を制御して、光信号100のOMIを100%以上の所定値に保つことが必要となる。

【0055】図6は本発明による光伝送システムの第2の実施形態のブロック図であり、正弦波信号54をon/off制御する代わりに、正弦波信号54の信号強度を制御する点に特徴がある。図6には子局1のみの構成を示しており、同じ構成部に対しては同じ番号を付している。

【0056】図6の光伝送システムは、局部発振器8から出力された正弦波信号の信号強度を制御する増幅器(ゲイン調整手段)17を有し、この増幅器17は増幅率が制御可能である。ここでは、正弦波信号54の周波数帯は、IF信号53とは異なる周波数帯とする。

【0057】信号検出器7は、受信信号52のパワーをモニターし、光信号100の光変調度が常に100%を超えるように、増幅器17の増幅率を制御する。

【0058】図7は、受信信号52と、この受信信号52を周波数変換したIF信号53との周波数スペクトル図である。ここでは、複数チャネル分の受信信号52を有する例について説明する。

【0059】受信信号52が例えば複数チャネルの場合、過変調で発生するIM3(3rd Interference modulation)を避けられるように、受信信号52及び正弦波信号54は、周波数配置を不等間隔に設定する。IF信号53の光変調度を $m_1$ とし、正弦波信号54の光変調度を $m_2$ とする。変調信号全体の光変調度 $m_t$ は、以下の(3)式で表される。

【0060】

【数1】

$$m_t = \sqrt{m_{11}^2 + m_{12}^2 + \dots + m_{1n}^2 + m_2^2} \quad \dots (3)$$

この $m_t$ が常に100%(あるいは、1)以上の所定値になるよう、正弦波信号54の光変調度 $m_2$ を、情報送信信号の強度 $m_{11}, m_{12} \dots m_{1n}$ に合わせて制御する。

【0061】図7(a)は受信信号52のチャネル数が多い場合、図7(b)はチャネル数が少ない場合、図7(c)は受信信号52の信号強度が小さい場合の周波数スペクトルを示している。

【0062】図6の光伝送システムは、図7(b)のように受信信号52のチャネル数が少ない場合や、図7(c)のように受信信号52の信号強度が小さい場合には、全体の光変調度 $m_t$ が所定値となるように、増幅器17の増幅率を可変制御して正弦波信号54の強度を調整する。

【0063】なお、正弦波信号54のパワー制御として、増幅器17の増幅率を変化させる代わりに、電圧可変減衰器等を適用してもよい。

【0064】第2の実施形態では、情報送信信号とダミー信号の両者でレーザの過変調を行っている。光変調度の割合としては、情報送信信号の振幅値を最大になるように制御し、ダミー信号で光変調度を安定化させることができない。親局2における受信信号において、過変調による振幅制限が存在しても、子局における光変調度が大きいほうが、CNR(キャリア対雑音比)が大きくされ、受信感度もよくなる。

【0065】このように、第2の実施形態では、正弦波信号54の増幅率を調整可能な増幅器17を設けるため、各子局の信号線路系にAGC機能が存在していても、光信号の光変調度を常に1以上に維持することができる。このため、安定性がよく信頼性の高い光伝送システムを構築できる。

【0066】(第3の実施形態) 第1～第2の実施形態では、無線信号51の有無及び信号強度に対して、光信号100の光変調度を安定化させる制御方法を行っていた。これに対して、以下に説明する第3の実施形態では、無線信号51の有無により、光信号100をon/off制御するものである。

【0067】図8は本発明による光伝送システムの第3の実施形態のブロック図である。子局1及び親局2の主な構成は、図1と同じであり、同じ構成部に対しては、同じ番号を付している。

【0068】子局1aは、加入者5aから伝送されてきた無線信号51aをアンテナ6で受信し、受信信号52を得る。子局1aは、信号検出器7を備えており、受信信号52の有無を監視している。信号検出器7は、受信信号52の有無により、電流源12から出力されるDCバイアス電流56を制御する。受信信号52が存在しない場合は、DCバイアス電流56をゼロとし、受信信号52が存在する場合は、DCバイアス電流56を所定の電流値に戻す。つまり、子局1で受信する無線信号51が無い場合は、レーザ13に注入される変調信号57はゼロであり、無線信号51が有る場合にのみ、レーザ13から光信号100が出力される。その際に出力される光信号100のOMIは、100%以上に設定されている。

【0069】受信信号52が存在しないときに光信号をoffする方法は、幾つか考えられる。簡易な方法として、例えば、電気スイッチあるいは光スイッチを用いる方法がある。

【0070】図9は光信号のon/off制御に電気スイッチを用いた例を示す図であり、バイアスティ11とレーザ13との間にスイッチ(出力切換手段)18を挿入している。信号検出器7で受信信号52の有無を確認し、受信信号52がない場合は、スイッチ18を遮断する。受

信信号52が存在する場合は、スイッチ18をオンして、レーザ13を駆動して、変調信号57に応じた光信号100を出力させる。

【0071】一方、図10は光信号のon/off制御に光スイッチを用いた例を示す図であり、レーザ13の後段に光スイッチ19を挿入している。図10では、第4の実施形態と同様に、信号検出器7で受信信号52の有無を確認する。信号検出器7は、受信信号52が存在しないければ光スイッチ19をオフし、受信信号52が存在すれば光スイッチ19をオンして、光信号100をon/off制御する。

【0072】このように、第3の実施形態では、各子局が情報送信信号を受信した場合のみ、それに対応する光信号を各子局から送信するようにしたため、干渉性の高い光信号が親局2に送信されなくなり、ビート雑音の影響を受けにくくなる。このため、安定性がよく信頼性の高い光伝送システムが得られる。

【0073】(第4の実施形態) 第4の実施形態は、電気スイッチや光スイッチを用いることなく、光信号のon/off制御を行うものである。

【0074】図11は本発明に係る光伝送システムの第4の実施形態を説明する図であり、子局の内部構成を示すブロック図である。

【0075】通常、レーザ13は周辺温度による光信号100の平均出力パワーの変動を抑止するために、APC(Automatic Power Control)を行っている。APCループが動作している状態で、光信号100をon/offすることは、光パワーを安定化させようとする制御と相反する。

【0076】図11はAPCを行う場合の子局のブロック構成を示す図である。光信号100の出力パワーは、レーザモジュール20に内蔵されているフォトディテクタ(PD)21でモニターする。そのモニター値を設定電圧(基準レベル調整手段)22と比較して、差動増幅器23で差成分情報60を得る。その差成分情報60は、発振等の誤動作が生じないように、ループフィルタ24により帯域を制限して、加算器25を介してバイアス電流56にフィードバックする。このような一連の制御により、レーザ13から出力される光信号100の平均パワーを安定化させている。

【0077】APCループ(APC手段)が適用されたレーザ13において、安定して光信号をoffするためには、例えば設定電圧値22に制御を加えるとよい。つまり、受信信号52が無い状態では、設定電圧値22をゼロとして、APCループ動作により、光信号100の出力を抑える。そして、受信信号52が存在する状態では、設定電圧値22を所定の設定値に戻し、APCループ動作により、光信号100を出力する。

【0078】以上のような方法により、加入者5の接続状態に依存せず、干渉性の強いOMI≤100%の光信号

100が各子局から親局2に送信されるおそれがなくなる。このため、親局2では、ピート雑音の影響を受けなくなり、受信感度が向上する。

【0079】次に、図11において、光信号をon/offするタイミングを説明する。携帯電話あるいはWLL等の無線通信は、TDMA (Time Division Multiplexing Access)が広く用いられている。

【0080】情報送信信号は、データを構成しているビットで、搬送波を位相、周波数、および振幅変調しており、情報送信信号のビット構成は、図12のように表される。図12は、ある子局が、加入者A, B, CとTDMA接続している場合の情報送信信号のタイミングチャートである。情報送信信号は、ヘッダ、音声及びデータ等を含む情報ビットの両側にランプビットを配置した構成であり、隣接するランプビット間にはガードタイムが設けられている。ランプビットは、主に帯域の広がりを抑圧するために挿入されており、情報は含まれていない。

【0081】光信号のon/offのタイミングは、図12に示すように、ランプビットが送信されている時間内で行う。この時間内で行うことで、ガードタイムである情報送信信号がない場合は、光信号は必ずoffになる。また、情報ビットが送信されている時間は、必ず光信号がonになり、情報ビットの損失は起こらない。

【0082】一方、図13は、無線通信の他アクセス方法である、CDMA (Code Division Multiplexing Access)における情報送信信号の構成を示している。図示のように、CDMAの情報送信信号は、図12のTDMAの情報送信信号と構成が異なっている。

【0083】図13はある子局が加入者A, BとCDMA接続している場合のタイミング図である。CDMAの情報送信信号には、ランプビットは存在しない。但し、スペクトル拡散されているため、情報送信信号は、データビットより伝送速度の高いチップビットで構成されている。

【0084】CDMAでは、ある程度のチップビット損失に対しては、スペクトル逆拡散を行うことにより、情報ビットを復元することは可能である。光信号のon/offのタイミングは、CDMAである情報送信信号の入出力の状態に合わせればよい。on/offスイッチの遅延等が生じて、若干のチップビットが損失しても、上記理由により、大きな問題にはならない。

【0085】このように、第4の実施形態では、APCループ内の差動増幅器23に入力される設定電圧22の電圧レベルを受信信号52の有無により切り換えるようにしたため、受信信号52が存在しない場合には、光信号の送出を抑制することができる。また、各子局内にAPCループを設けるため、光信号の出力レベルを安定化させることができる。

【0086】(第5の実施形態) 第5の実施形態は、子局がアンテナで受信した無線信号に二次変調を施して親局2に伝送し、無線信号が存在しない場合には、無変調

信号を生成するものである。

【0087】二次変調には、代表的なものとしては、二次周波数変調、二次振幅変調がある。また、スペクトル拡散も、無線信号を変調した情報送信信号に拡散符号を乗じるため、二次変調の一種と考えられる。第5の実施形態では、二次変調に周波数変調を用いる例について説明する。

【0088】図14は本発明による光伝送システムの第5の実施形態のブロック図である。図14では、図1と同じ構成部分には同じ番号を付している。

【0089】子局1a～1nはそれぞれ、アンテナ6と、周波数変換器16と、二次変調器(二次変調手段)30と、バイアスティ11と、電流源12と、レーザ(光信号生成手段)13とを有する。親局2は、光受信器(PD)14と、抽出器(抽出手段)31と、復調器15とを有する。

【0090】子局1aは、アンテナ6で受信した受信信号52aを周波数変換器16でダウンコンバートしてIF信号53aを生成する。二次変調器30は、IF信号53aを二次変調して送信信号61aを生成する。この送信信号61aは、バイアスティ11にて、電流源12からのDCバイアス電流と加算された後、レーザ13にて、光変調度100%以上の光信号100aに変換されて親局2に伝送される。

【0091】各子局1a～1nの送信信号61a～61nの周波数帯域は、各子局ごとに設定されており、光合成功器4により副搬送波多重される。親局は光多重された光信号を受信し、各子局の送信信号が異なる周波数帯域に配置されているため、副搬送波多重された受信信号を得ることができる。各子局1a～1nからの光信号100a～100nは、光変調度100%以上に設定されているため、ピート雑音は拡散されており、受信感度を劣化させるような大きな影響は現れない。

【0092】親局2で受信された受信信号58は、抽出器31にて、送信信号61a～61nに分離抽出されて、復調器15に入力される。加入者5が接続されておらず、受信信号52がない場合も、二次変調器30の出力である送信信号62は、所定のパワーを持っており、光変調度は常に100%以上を保ち、光信号100の干渉性を抑圧することができる。

【0093】図15は子局1a～1n内の二次変調器30の内部構成および特性を示す図であり、図15(a)は二次変調器30を電圧制御発振器(VCO)32で構成した場合のブロック図、図15(b)は受信信号が存在しない場合の電圧制御発振器の出力信号の周波数と信号強度との関係を示す図、図15(c)は受信信号が存在する場合の電圧制御発振器の出力信号の周波数と信号強度との関係を示す図である。

【0094】図15(a)の電圧制御発振器32は、各子局がそれぞれ異なる中心周波数fmを持つように周波

数の設定を行う。電圧制御発振器 3 2 は、受信信号 5 2、つまり I F 信号 5 3 が存在しない場合は、図 15 (b) に示すように、周波数 fm の正弦波を送信信号 6 2 として出力する。また、I F 信号 5 3 が存在する場合には、VCO 3 2 の発振周波数が、I F 信号 5 3 の振幅に応じて周波数変調され、図 15 (c) のような周波数スペクトルをもった送信信号 6 2 を出力する。

【0095】このように、受信信号 (I F 信号) の有無に依存せずに、常に送信信号 6 2 が得られ、必ずレーザを通変調させることができる。

【0096】図 16 は子局 1 a ~ 1 n が周波数変調した二次変調信号を伝送する場合の親局 2 内の抽出器 3 1 の内部構成を示すブロック図である。図 16 の抽出器 3 1 は、分配器 (分配手段) 3 3 と、バンドパスフィルタ 3 4 a ~ 3 4 n と、周波数弁別器 (周波数弁別手段) 3 5 a ~ 3 5 n と、バンドパスフィルタ 3 6 a ~ 3 6 n とを有する。

【0097】抽出器 3 1 に入力された受信信号 5 8 は、まず分配器 3 3 で、各子局 1 a ~ 1 n に相当する数に分配される。各子局 1 a ~ 1 n からの送信信号 6 2 a ~ 6 2 n は、それぞれ異なる周波数帯域に配置されており、バンドパスフィルタ 3 4 a ~ 3 4 n はそれぞれ所望の帯域を抽出する。その後、周波数弁別器 3 5 a ~ n は周波数—振幅変換を行い、再度バンドパスフィルタ 3 6 a ~ 3 6 n は、各子局 1 a ~ 1 n からの送信信号 5 3 a ~ n を抽出する。

【0098】このように、第 5 の実施形態では、各子局内で、アンテナで受信した無線信号に二次変調を施すため、無線信号が存在しない場合には無変調信号が得られる。このため、干渉性の強い光信号が子局から送信されるおそれではなく、親局 2 がビート雑音の影響を受けなくなる。また、第 5 の実施形態では、二次変調として周波数変調を行うため、電圧制御発振器を用いて比較的簡単な構成で二次変調信号を生成できる。

【0099】(第 6 の実施形態) 第 6 の実施形態は、二次変調に振幅変調を用いるものである。第 6 の実施形態の光伝送システムは、図 14 と同様に構成されており、子局 1 a ~ 1 n 内の二次変調器の内部構成と親局 2 内の抽出器の内部構成が第 5 の実施形態と異なる。

【0100】図 17 は子局 1 a ~ 1 n 内の二次変調器 3 0 の内部構成および特性を示す図であり、図 17 (a) は二次変調器 3 0 の内部構成を示すブロック図、図 17 (b) は受信信号が存在しない場合の二次変調器 3 0 の出力信号の周波数と信号強度との関係を示す図、図 17 (c) は受信信号が存在する場合の二次変調器 3 0 の出力信号の周波数と信号強度との関係を示す図である。

【0101】第 6 の実施形態の二次変調器 3 0 は、図 17 (a) に示すように、基準信号である正弦波信号 6 3 を出力する局部発振器 (第 1 の局部発振器) 3 7 と、振幅変調器 (振幅変調手段) 3 8 とで構成される。

【0102】正弦波信号 6 3 の周波数 fm は、子局 1 a ~ 1 n ごとに異なるように設定される。受信信号 5 2、つまり I F 信号 5 3 が存在しない場合は、図 17 (b) の周波数スペクトルに示されるように、周波数 fm の正弦波信号 6 3 がそのまま送信信号 6 2 として出力される。また、I F 信号 5 3 が存在する場合には、I F 信号 5 3 の振幅に応じて、正弦波信号 6 3 の振幅が変調され、図 17 (b) のような周波数スペクトルをもった送信信号 6 2 が得られる。つまり、I F 信号の有無に依存せずに、常に送信信号 6 2 が得られるため、必ずレーザを通変調させることができる。

【0103】図 18 は子局 1 a ~ 1 n が振幅変調した二次変調信号を伝送する場合の親局 2 内の抽出器 3 1 の内部構成を示すブロック図である。図 18 の抽出器 3 1 は、分配器 3 3 と、バンドパスフィルタ 3 4 a ~ 3 4 n と、局部発振器 3 9 a ~ 3 9 n と、バンドパスフィルタ 3 6 a ~ 3 6 n とを有する。

【0104】抽出器 3 1 に入力された子局 1 a ~ 1 n からの受信信号は、まず分配器 (分配手段) 3 3 で、各子局 1 a ~ 1 n に相当する数に分配される。各子局 1 a ~ 1 n からの受信信号 6 2 a ~ 6 2 n は、異なる周波数帯に配置されており、バンドパスフィルタ 3 4 a ~ 3 4 n は、それぞれ所望の帯域を抽出する。それぞれ抽出された信号は、局部発振器 (第 2 の局部発振器) 3 9 a ~ 3 9 n からの正弦波信号と、乗算器 (乗算手段) 4 0 a ~ 4 0 n で乗算される。

【0105】局部発振器 3 9 a ~ 3 9 n は、子局 1 a ~ 1 n で用いられた正弦波信号 6 3 a ~ n と等しい周波数をもつ正弦波信号を出力する。乗算器 4 0 a ~ 4 0 n の出力は、バンドパスフィルタ 3 6 a ~ 3 6 n を用いて、各子局 1 a ~ 1 n からの送信信号 5 3 a ~ n を得る。

【0106】このように、第 6 の実施形態では、二次変調として振幅変調を行うため、簡易な構成で二次変調信号を得ることができ、各子局の構成を簡略化できる。

【0107】(第 7 の実施形態) 第 7 の実施形態は、二次変調の一種として考えられるスペクトル拡散を利用して子局から親局 2 に情報伝送を行うものである。第 8 の実施形態が、第 1 ~ 第 7 の実施形態と大きく異なる点は、各子局からの光信号を副搬送波多重する代わりに、各子局からの光信号をスペクトル拡散して同一周波数帯で多重することである。

【0108】図 19 は本発明による光伝送システムの第 7 の実施形態のブロック図である。子局 1 a ~ 1 n と親局 2 との主な構成は図 1 と同じであり、同じ構成部分には同じ番号を付している。

【0109】第 1 ~ 第 7 の実施形態では、各子局間の受信信号 5 2 を周波数変換器 1 6 にて、それぞれ異なる周波数に配置していたが、本実施形態では、各受信信号を同一周波数帯に周波数変換する。

【0110】例えば、子局 1 a では、アンテナでの受信

信号 52 a を周波数変換器によりダウンコンバートして I F 信号 53 a を生成する。拡散器（スペクトル拡散手段）26は、I F 信号 53 a と拡散符号とを乗算してスペクトル拡散を行う。スペクトル拡散された送信信号 59 a は、レーザ 13 により、光変調度が100%以上の光信号 100 a に変換されて親局 2 に伝送される。

【0111】図 20 は親局 2 での受信信号 60 の周波数スペクトル図である。図示のように、各子局 1 a ~ 1 n からのスペクトル拡散された送信信号 59 a ~ 59 n が、同一周波数帯に重複されている。各子局 1 a ~ 1 n からの光信号 100 a ~ 100 n は、光変調度が100%以上に設定されているため、ビート雑音は拡散されており、受信感度を劣化させるような大きな影響は現れない。

【0112】親局 2 で受信された受信信号 60 は、逆拡散器（逆拡散手段）27において、各子局 1 a ~ 1 n がスペクトル拡散に用いた拡散符号と同一の拡散符号で逆拡散されて、各子局 1 a ~ 1 n からの I F 信号 53 a ~ n にそれぞれ分離され、復調器 15 に入力される。

【0113】なお、情報送信信号をスペクトル拡散する方式は、直接拡散する方式（DS : Direct Sequence）でも、周波数ホッピング方式（FH : Frequency hopping）でも良い。

【0114】図 21 (a)、図 21 (b) は拡散符号を用いた直接拡散方式の拡散器と逆拡散器のブロック構成を示す図である。図 21 (a) において、I F 信号 53 は、拡散符号発生器 41 から出力された拡散符号 64 と乗算された後、バンドパスフィルタ 36 で不要波が抑圧される。これにより、図 21 (a) に示すように、スペクトル拡散された送信信号 59 が得られる。拡散符号発生器 41 から出力される拡散符号は、各子局ごとに異なる

つており、Walsh 符号に代表される直交符号でも P N 符号（Pseudo Noise）でも良い。

【0115】基本的には、子局の情報送信信号をスペクトル拡散多重する場合、親局において、各子局からの送信されてきたスペクトル拡散信号のビットは同期している必要がある。各子局間での同期をとらない構成とするためには、簡単には、拡散符号のビット数を大きくすればよい。拡散符号のビット数が 64、128 等と大きくなると、逆拡散をした際の干渉信号抑圧度が大きくなり、所望波に対する伝送品質を確保できる。また、拡散符号のビット数が小さい状態でも、所望波に対する伝送品質を高く保てる方法もある。その方法を以下に示す。8 ビット構成の直交 Walsh 符号を各子局に対して以下のように割り当てる（ここでは、1 と -1 の符号構成とした）。

【0116】

子局 1 a [1 1 1 1 1 1 1 1]

子局 1 b [-1 -1 1 -1 1 -1 1 -1]

子局 1 c [1 1 -1 -1 1 1 -1 -1]

子局 1 d [1 1 1 1 -1 -1 -1 -1]

ここでは、4 つの子局の光多重を想定する。上記の符号は、各子局 1 a ~ d において、ビット同期をとらなくても、各拡散符号間の直交性が保たれている。このように同期に依存せずに直交性を保てる拡散符号を選択して、各子局間に割り当てる、各子局間で同期をとる必要がなくなり、構成がより簡易になる利点が得られる。8 ビットの直交 Walsh 符号では、子局 4 局まで同期を必要としないで光多重できる。以下に 4 ビット、16 ビットの場合の同期を必要としない拡散符号の割り当てを示す。

【0117】

<4 ビット>  
[ 1 1 1 1 ]  
[ 1 1 -1 -1 ]  
[ 1 -1 1 -1 ]  
<16 ビット>  
[ 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 ]  
[ 1 -1 1 -1 1 -1 1 -1 1 -1 1 -1 1 -1 1 -1 ]  
[ 1 1 -1 -1 1 1 -1 -1 1 1 -1 -1 1 1 -1 -1 ]  
[ 1 1 1 1 -1 -1 -1 -1 1 1 1 1 -1 -1 -1 -1 ]  
[ 1 1 1 1 1 1 1 1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 ]

以上の組み合せから、位相同期を必要とせずに、4 ビットでは 3 局、16 ビットでは、5 局の光多重が可能である。位相同期をとる構成であれば、4 ビットでは 4 局、16 ビットでは、16 局の光多重が可能であるが、子局の構成は同期手段を備えるため複雑となる。

【0118】親局 2 内の逆拡散器 27 は、図 21 (b) に示すように、子局 1 a ~ 1 n からの光多重された受信信号 60 と、拡散符号発生器 41 から出力された各子局に固有の拡散符号 64 とを、乗算器 40 にて乗算する。

乗算された信号は、バンドパスフィルタ 36 にて不要波が抑圧された後、所望の受信信号 63 が得られる。

【0119】このように、第 7 の実施形態は、アンテナ 6 で受信した無線信号を各子局内でスペクトル拡散してから、光信号に変換して、親局 2 に送信する。スペクトル拡散された情報送信信号においても過変調を施すことは可能であり、光ビート雑音は低減することができ、親局 2 での受信感度は高い品質に保てる。また各子局の情報送信信号の周波数帯は同一で良いため、周波数変換部

の構成を全て同一にすることができ、低コスト化に適している。

【0120】第7の実施例では、受信信号51aが1チャネルという想定で説明したが、複数チャネルでも構わない。複数チャネルに対するスペクトル拡散方式は他の方式もあるが、その方式例については、第8の実施例を述べる。

【0121】また、第7の実施例において、各子局1に備えたレーザ13の波長が重ならないように設定してあれば、各子局1では過変調をしなくてもよい。

【0122】さらに、第7の実施例であるスペクトル拡散多重方式と、第1～第6の実施例に示した情報送信信号が存在しない場合に干渉性の強い光信号を送信させない方式は、組み合わせることが可能である。これら2つ、スペクトル拡散多重方式と干渉性の強い光信号を送信させない方式を組み合わせた光伝送システムでは、親局において、光ビート雑音の発生を低減することができ、安定した高い品質の伝送特性を提供できる。

【0123】(第8の実施形態) 第8の実施形態は、各子局1において、受信信号53が複数チャネルの場合におけるスペクトル拡散方法を示したものである。

【0124】第8の実施形態は、各子局内の拡散器26の内部構成と親局2内の逆拡散器27の内部構成が異なる他は第7の実施形態と同様に構成されている。

【0125】各子局1からの受信信号を同時に取り出すためには、親局2内に子局数分の逆拡散器27を設け、受信信号60を各逆拡散器27に分配して入力すればよい。第8の実施形態では、IF信号53が周波数fa、fb…fnに配置されているマルチキャリアで構成されている場合の拡散器26と逆拡散器27の構成を説明する。

【0126】図22(a)は拡散器26の内部構成を示すブロック図、図22(b)は逆拡散器27の内部構成を示すブロック図である。拡散器26は、図22(a)に示すように、バンドパスフィルタ34、拡散符号発生器41、乗算器40、周波数変換器16、およびバンドパスフィルタ36からなる拡散部を複数組有する。

【0127】通常、IF信号53のマルチキャリアの周波数間隔よりも、スペクトル拡散用の拡散符号64a～64nの周波数帯域のほうが広い。そのため、マルチキャリアであるIF信号53を分配器33で分配し、それぞれのキャリアをバンドパスフィルタ34で抽出する必要がある。1波ごとに分配されたIF信号53は、拡散符号発生器41からの拡散符号64a～64nと乗算されて、スペクトル拡散される。このとき、拡散符号64a～64nは、異なる符号であり、また他子局1で使用される拡散符号64とも異なるようになる。

【0128】スペクトル拡散されたIF信号は、それぞれ周波数変換器16で、同一の周波数帯に変換され、不要波をバンドパスフィルタ36で除去した後、加算器4

2で合波されて送信信号59となる。

【0129】IF信号53と送信信号59の周波数スペクトルの様子は、図22(a)のようになる。ここでは、各キャリア成分を再び同一の周波数帯に多重する例を示したが、異なる周波数帯でも構わない。

【0130】一方、親局2内の逆拡散器27は、図22(b)に示すように、拡散符号発生器41、乗算器40、およびバンドパスフィルタ36からなる逆拡散部を複数組有する。

【0131】逆拡散器27は、他子局1からの光信号と光多重されて受信した受信信号60を、分配器33により各子局1におけるキャリア数分に分配する。乗算器40は、分配された受信信号60と、子局において所望のキャリアに用いた拡散符号64a～64nと同一の拡散符号64a～64nを乗算する。乗算器40からの出力信号は、不要波抑圧用のバンドパスフィルタ36を経て、所望波である受信信号63a～63nを得る。各子局1からの受信信号を同時に取り出すためには、親局2内に子局数分の逆拡散器27を設け、受信信号60を各逆拡散器27に分配して入力すればよい。

【0132】各子局1a～1nからの光信号100a～100nをスペクトル拡散して多重する場合、親局21における受信信号58を構成する各送信信号59a～59nのパワーが等しいことが望まれる。各送信信号59a～59nのパワーが等しければ、スペクトル拡散された全ての送信信号59a～59nに対して、逆拡散後の抽出信号の雑音特性が最も良好になるためである。

【0133】このように、第8の実施形態では、各子局内の拡散器26に複数の拡散部を設け、親局2内に複数の逆拡散部を設けるため、IF信号がマルチキャリアで構成されている場合でも、子局から親局2に光伝送でき、通信効率が向上する。

【0134】(第9の実施形態) 親局2内の受信器14の受信信号59a～59nのパワーは、光信号100a～100nにおける、親局2の受信器14への入力パワーと光変調度で決まる。この2つのパラメータに対して、受信信号59a～59nのパワーの制御方法は幾つか考えられる。第9の実施形態は、光伝送リンクの伝送品質を高めるために、各子局1a～1n間で受信信号59a～59nのパワーを制御する機能を備えたものである。

【0135】図23は本発明による光伝送システムの第9の実施形態のブロック図である。図23の光伝送システムは、子局1a～1nと光合成器4との間の光伝送路3a～3nに光アッテネータ28a～28nを挿入した点に特徴があり、それ以外は図19とほぼ同様に構成されている。

【0136】各子局1a～1nにおける光信号100a～100nの光変調度は等しく設定され、かつ、光アッテネータ28a～28nの損失量は、各子局1a～1n

の光信号 100a～100n の受信器 14 への入力パワーが均一になるように設定される。

【0137】光変調度と受信器 14 への光受信パワーを等しくすることで、受信信号 58 を構成する各送信信号 59a～59n のパワーを等しく設定すことが可能となる。

【0138】このように、第 9 の実施形態では、各子局 1a～1n と光合成器 4 との間の光伝送路中に光アッテネータ 28a～28n を設けるため、各子局 1a～1n からの光信号の光変調度を略等しく設定できるとともに、光受信器 14 への入力パワーのばらつきを抑制できる。

【0139】(第 10 の実施形態) 第 10 の実施形態は、第 9 の実施形態とは異なる方法で受信信号のパワー制御を行うものである。

【0140】第 10 の実施形態は、子局の構成が異なる他は、第 9 の実施形態と同様に構成されている。

【0141】図 24 は子局 1a～1n の内部構成を示すブロック図である。図 24 の子局 1a～1n は、パワー制御器 29 と、周波数変換器 16 と、拡散器 26 と、増幅器 17a と、局部発振器 8 と、増幅器 17b と、加算器 10 と、電流源 12 と、バイアスティ 11 と、レーザ 13 を有する。

【0142】図 24において、加入者 5 から送信された無線信号 51 がアンテナ 6 で受信されると、必要に応じて、周波数変換器 16 でダウンコンバートされ、1F 信号 53 が生成される。

【0143】1F 信号 53 は、拡散器 26 によりスペクトル拡散され、ゲイン可変の増幅器 17a を介して、送信信号 59 が生成される。送信信号 59 は、局部発振器 8 からの正弦波信号 54 と加算器 10 で加算され、送信信号 61 が生成される。ここで、正弦波信号 54 の周波数帯は、送信信号 59 とは異なる周波数帯とし、過変調による歪みが送信信号 59 の帯域内に現れないようにする。

【0144】パワー制御器 29 は、親局 2 で受信した際の送信信号 59 のパワーが所定値 p になるように、送信信号 59 のパワー強度を、増幅器 17 のゲインを変化させて制御する。そして、送信信号 61 の光変調度が所定値になるように、正弦波信号 54 の強度を、増幅器 17b のゲインにより変化させる。

【0145】図 25 (a) (b) は、親局 2 との光伝送距離が異なる 2 つの子局 1a, 1b での送信信号の周波数スペクトル図であり、図 25 (a) は親局 2 までの光伝搬路損失が小さい子局 1a の送信信号 61a の周波数スペクトル図、図 25 (b) は親局 2 までの光伝搬路損失が大きい子局 1a の送信信号 61a の周波数スペクトル図である。

【0146】受信器 14 への光信号 100b の入力パワーが小さいため、送信信号 59b のパワー Pb は大きめに

設定し、正弦波信号 54b のパワーは小さく設定する。送信信号 61b に対する光信号 100b の光変調度は、子局 1a の光変調度と同様に所定値に設定されている。子局 1a, 1b において、送信信号 59a, 59b のパワーには依存せず、光変調度は一定であるため、安定して光信号 100a, 100b の干渉性を抑圧することができる。

【0147】図 25 (c) は親局 2 内の受信器 14 の受信信号 58 の周波数スペクトル図である。受信信号 58 は、送信信号 59a, 59b、正弦波信号 54a, 54b で構成されており、過変調により発生する歪成分は無視する。前述の送信信号 59a, 59b と正弦波信号 54a, 54b のパワー制御により、親局 2 で受信した際の送信信号 59a, 59b のパワーは、どちらも設定値である p にすることができる。図 25 では子局 1a, 1b に対して説明したが、各子局 1a～1n に対しても同様のパワー制御方法で、受信信号 58 を逆拡散して抽出した各子局 1a～1n からの送信信号の雑音特性を良好に保てる。

【0148】このように、第 10 の実施形態では、各子局内に増幅器 17a, 17b を設けて受信信号のパワー制御を行うため、第 9 の実施形態と同様の効果が得られる。

【0149】ところで、マルチポイント-to-ポイントアクセスの光伝送系でスペクトル拡散して多重化する場合、LED による光空間伝送を行うのが一般的である。その理由は、光ファイバ伝送では、複数の光信号が多重されると、ビート雑音が発生するために、受信感度が著しく劣化するからである。

【0150】しかしながら、本発明の場合、過変調を行い、かつ情報送信信号の有無にかかわらずビート雑音を抑制できるため、光ファイバを用いて光信号を伝送することができる。

【0151】子局 1 間のスペクトル拡散多重は、SCM 多重と比較して、各子局 1a～1n における送信信号 59a～59n が同一の周波数帯を使用するため、周波数変換器 16 のハードウェアを同一の構成にできる。

【0152】各子局 1a～1n では、直交性をもつ異なる拡散符号をそれぞれ備える必要があるが、拡散符号はメモリー等に記憶させておけばよく、ハードウェアの構成は同じである。

【0153】本第 1～第 9 の実施形態では、WLL、ITS 等の無線通信の基地局に対して説明をした。しかしながら、本発明は、ITV (Industrial TV: 産業テレビ) や、デジタル信号等のあらゆる情報送信信号を、送信信号として取り扱う光ネットワークにも適用することが可能である。

【0154】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明によ

れば、親局への情報送信信号が存在しなくても、光変調度が1よりも大きい光信号を各子局から送信するようにしたため、干渉性の強い光信号が親局2で受信されるおそれがなくなり、親局はビート雑音の影響を受けなくなる。このため、受信感度が向上し、安定性かつ信頼性に優れた光伝送システムを構築できる。

【O155】また、情報送信信号が存在する場合に限り、光信号を各子局から親局に送信するようにしたため、情報送信信号が存在しない場合に、干渉性の強い光信号が親局2に送信されるおそれがなくなる。

【O156】また、子局内のレーザにおいては、通常、A P C (Automatic Power Control)を使用して、光平均出力を安定化させる機能が備えられる。このA P Cの光出力の基準レベルを、情報送信信号の有無により調整することで、光及び電気スイッチ等のアクティブな構成要素を必要とせずに、情報送信信号が存在しない場合においても、干渉性の強い光信号を子局から親局に送信することはなくなる。

【O157】また、情報送信信号を二次変調した後に、光信号に変換して親局に送信する場合においても、情報送信信号が存在しない場合には、無変調波でレーザを駆動するため、過変調を引き続き施すことができ、親局において、光ビート雑音の発生を低減させ続けることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】光伝送システムの第1の実施形態の構成を示すブロック図。

【図2】光変調度を説明する図。

【図3】ファブリーペロー型半導体レーザを使用した場合の光信号100の光スペクトル図。

【図4】第1の実施形態における受信信号の周波数スペクトル図。

【図5】従来の受信信号の周波数スペクトル図。

【図6】本発明による光伝送システムの第2の実施形態のブロック図。

【図7】受信信号と、この受信信号を周波数変換したIF信号との周波数スペクトル図。

【図8】本発明による光伝送システムの第3の実施形態のブロック図。

【図9】光信号のon/off制御に電気スイッチを用いた例を示す図。

【図10】光信号のon/off制御に光スイッチを用いた例を示す図。

【図11】本発明に係る光伝送システムの第4の実施形態を説明する図。

【図12】TDMAにおける情報送信信号のピット構成を示す図。

【図13】CDMAにおける情報送信信号のピット構成を示す図。

【図14】本発明による光伝送システムの第5の実施形

態のブロック図。

【図15】(a), (b), (c)は各子局内の二次変調器の内部構成および特性を示す図。

【図16】子局が周波数変調した二次変調信号を伝送する場合の親局内の抽出器の内部構成を示すブロック図。

【図17】(a), (b), (c)は子局内の二次変調器の内部構成および特性を示す図。

【図18】子局が振幅変調した二次変調信号を伝送する場合の親局内の抽出器の内部構成を示すブロック図。

【図19】本発明による光伝送システムの第7の実施形態のブロック図。

【図20】親局での受信信号の周波数スペクトル図。

【図21】(a), (b)は拡散符号を用いた直接拡散方式の拡散器と逆拡散器のブロック構成を示す図。

【図22】(a)は拡散器の内部構成を示すブロック図、(b)は逆拡散器の内部構成を示すブロック図。

【図23】本発明による光伝送システムの第9の実施形態のブロック図。

【図24】子局の内部構成を示すブロック図。

【図25】(a) (b)は、親局との光伝送距離が異なる2つの子局での送信信号の周波数スペクトル図。

【図26】従来の光伝送システムの概略構成を示すブロック図。

#### 【符号の説明】

1 a ~ 1 n 子局

2 親局

3, 3 a ~ 3 n 光ファイバ

4 光合成器

5 a ~ 5 n 加入者

6 アンテナ

7 信号検出器

8 局部発振器

9 スイッチ

10 加算器

11 バイアスティ

12 電流源

13 レーザ

14 フォトディテクタ

15 復調器

16 周波数変換器

18 電気スイッチ

19 光スイッチ

20 レーザモジュール

21 フォトディテクタ

22 設定電圧

23 差動増幅器

24 ループフィルタ

25 加算器

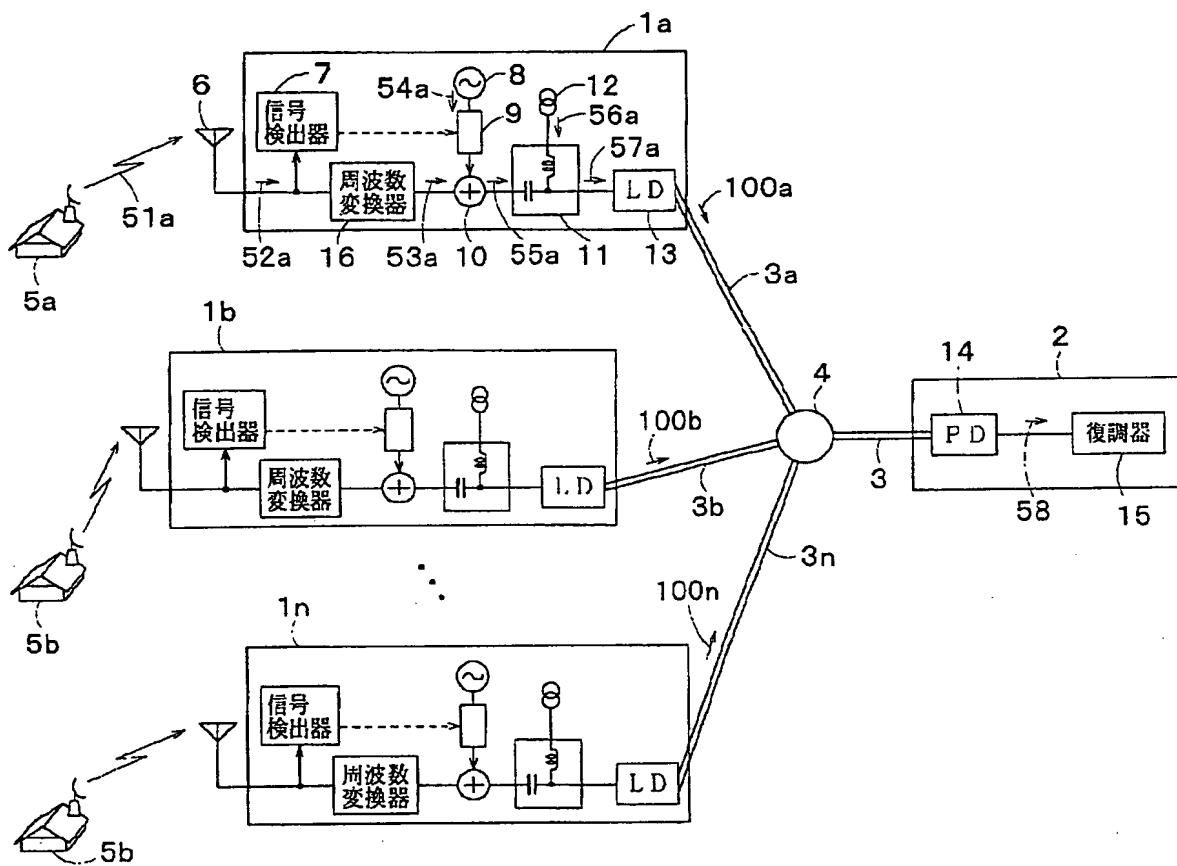
26 拡散器

27 逆拡散器

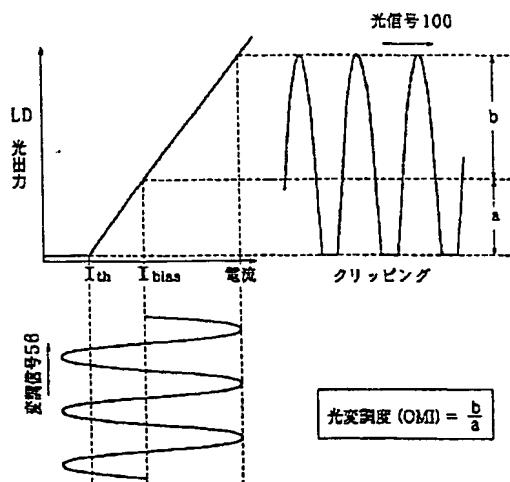
3 0 二次変調器  
 3 1 抽出器  
 3 2 電圧制御発振器  
 3 3 分配器  
 3 4 a ~ 3 4 n バンドパスフィルタ

3 5 a ~ 3 5 n 周波数弁別器  
 3 6 a ~ 3 6 n バンドパスフィルタ  
 4 0 乗算器  
 4 1 拡散符号発生器

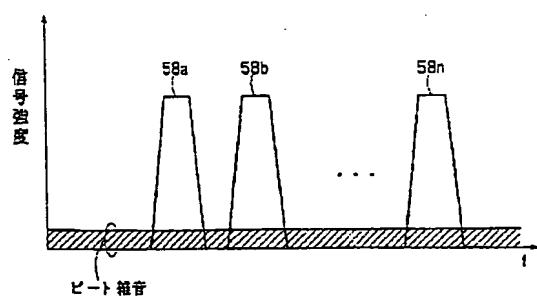
【図 1】



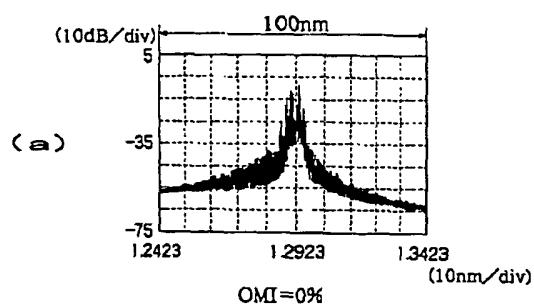
【図 2】



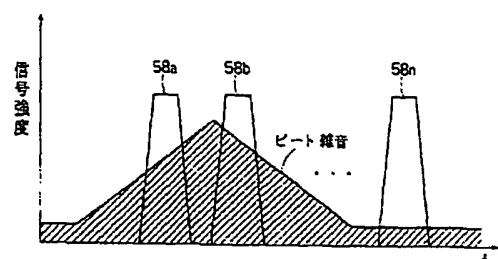
【図 4】



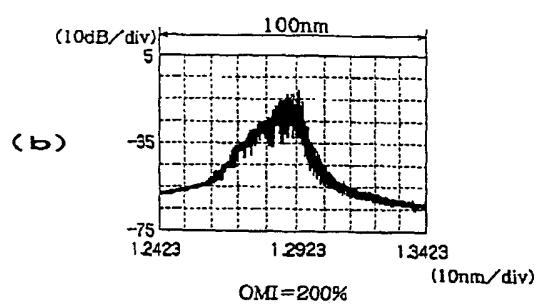
【図3】



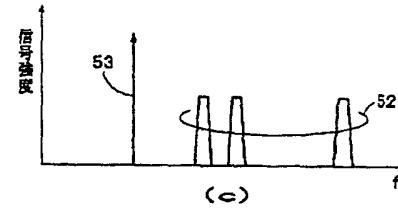
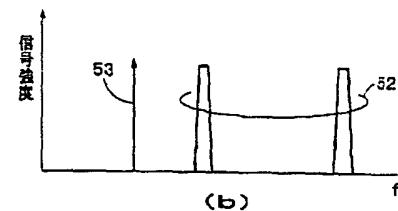
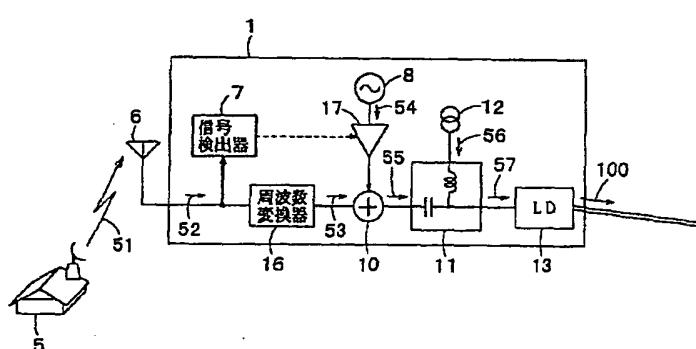
【図5】



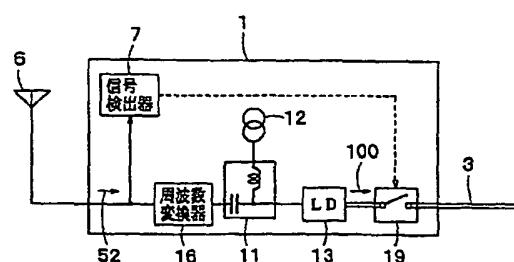
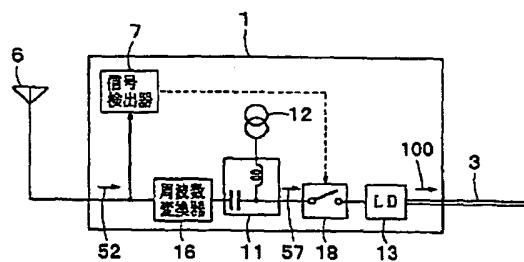
【図7】



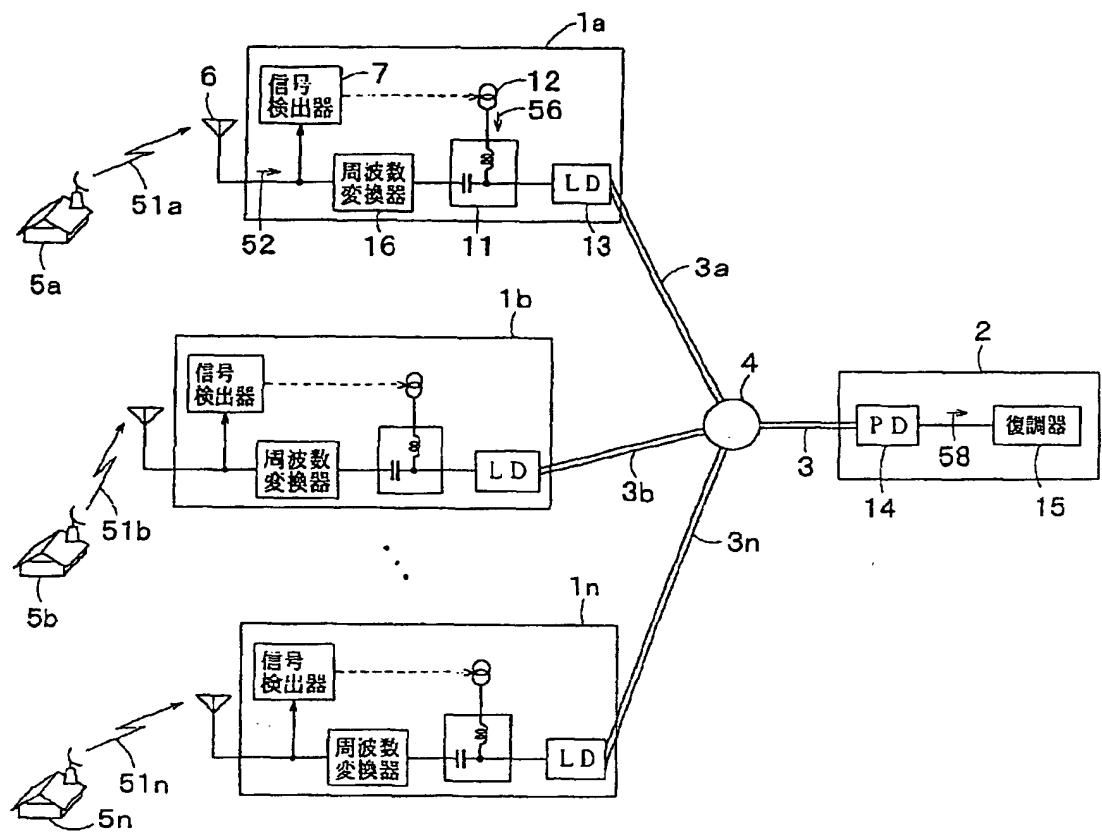
【図6】



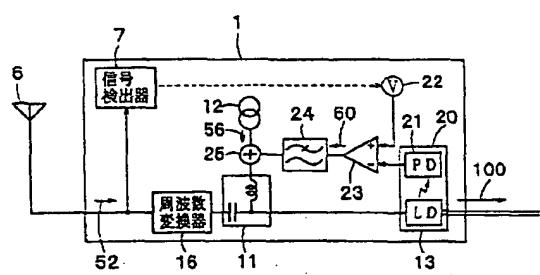
【図10】



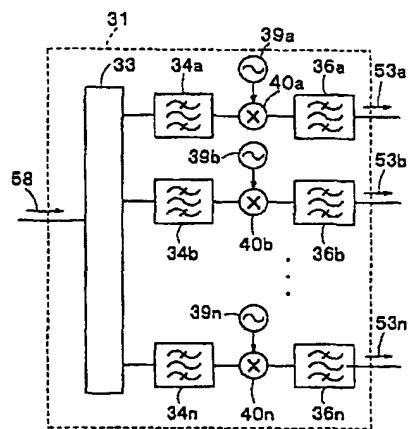
【図 8】



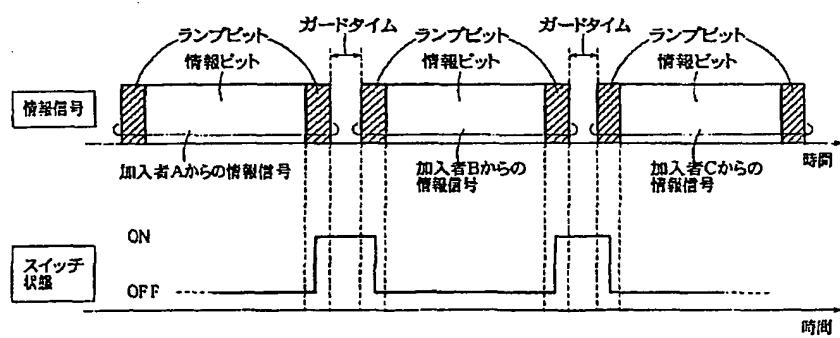
【図 11】



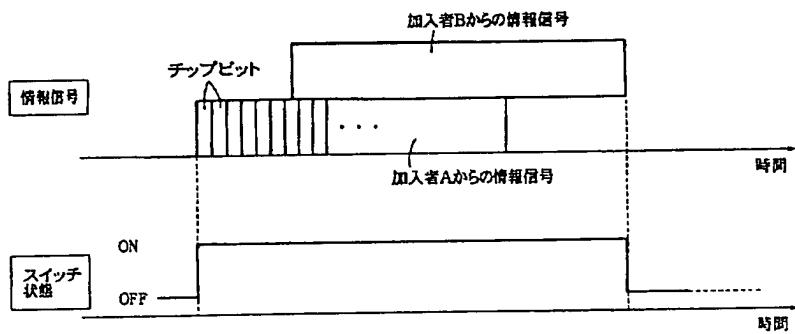
【図 18】



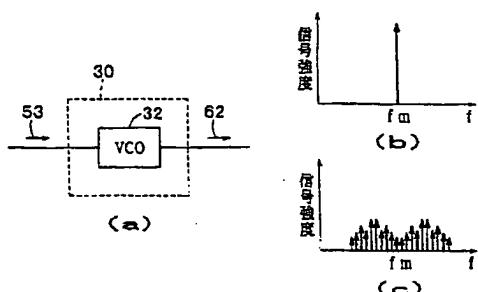
【図 12】



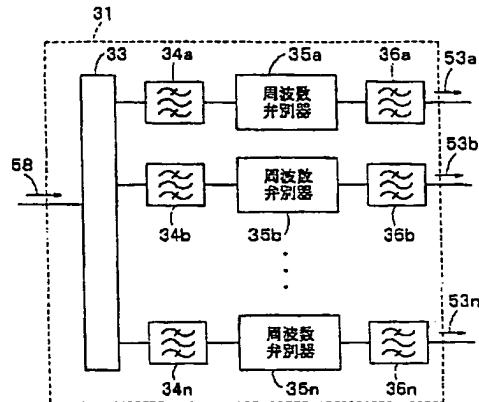
【図13】



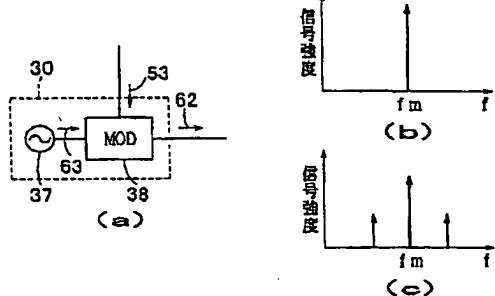
【図15】



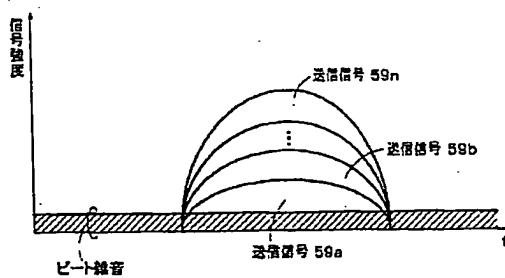
【図16】



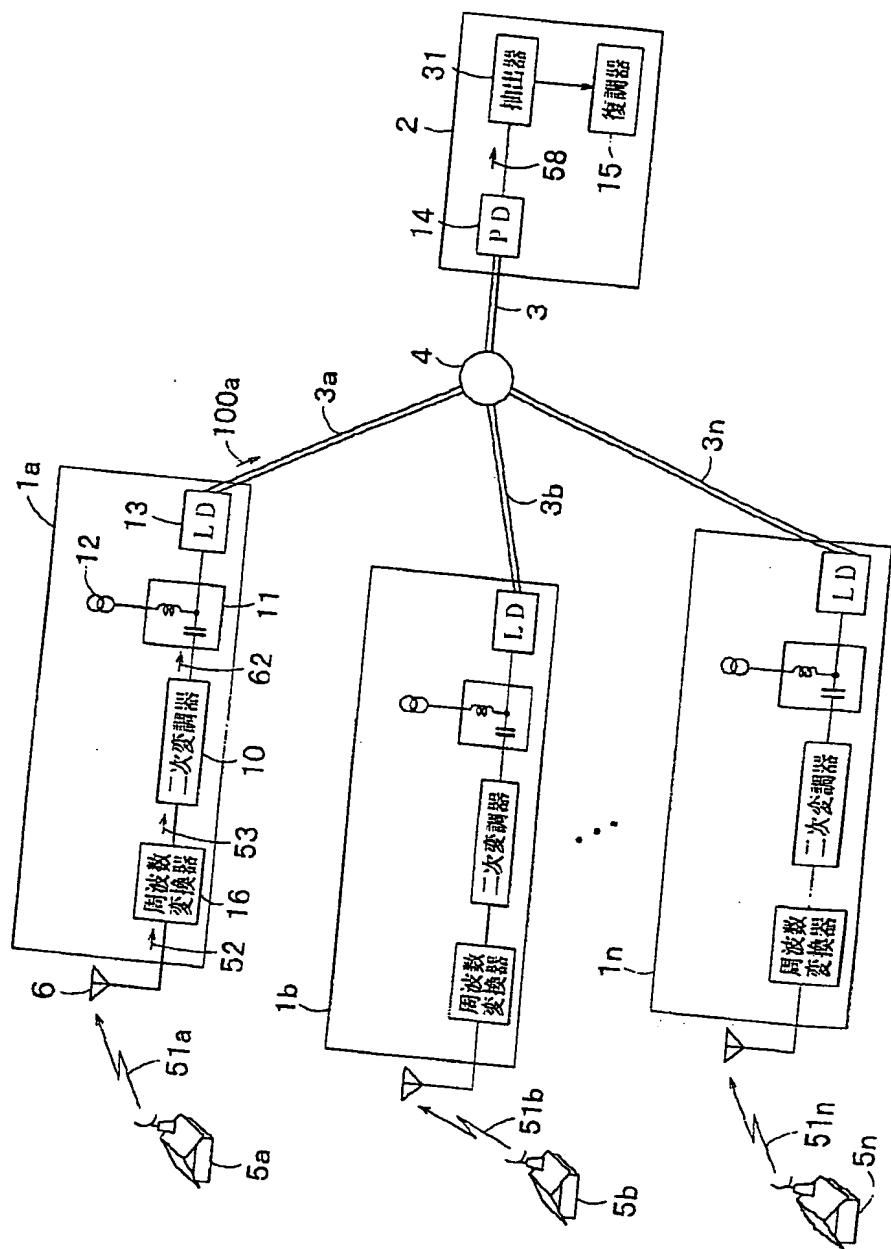
【図17】



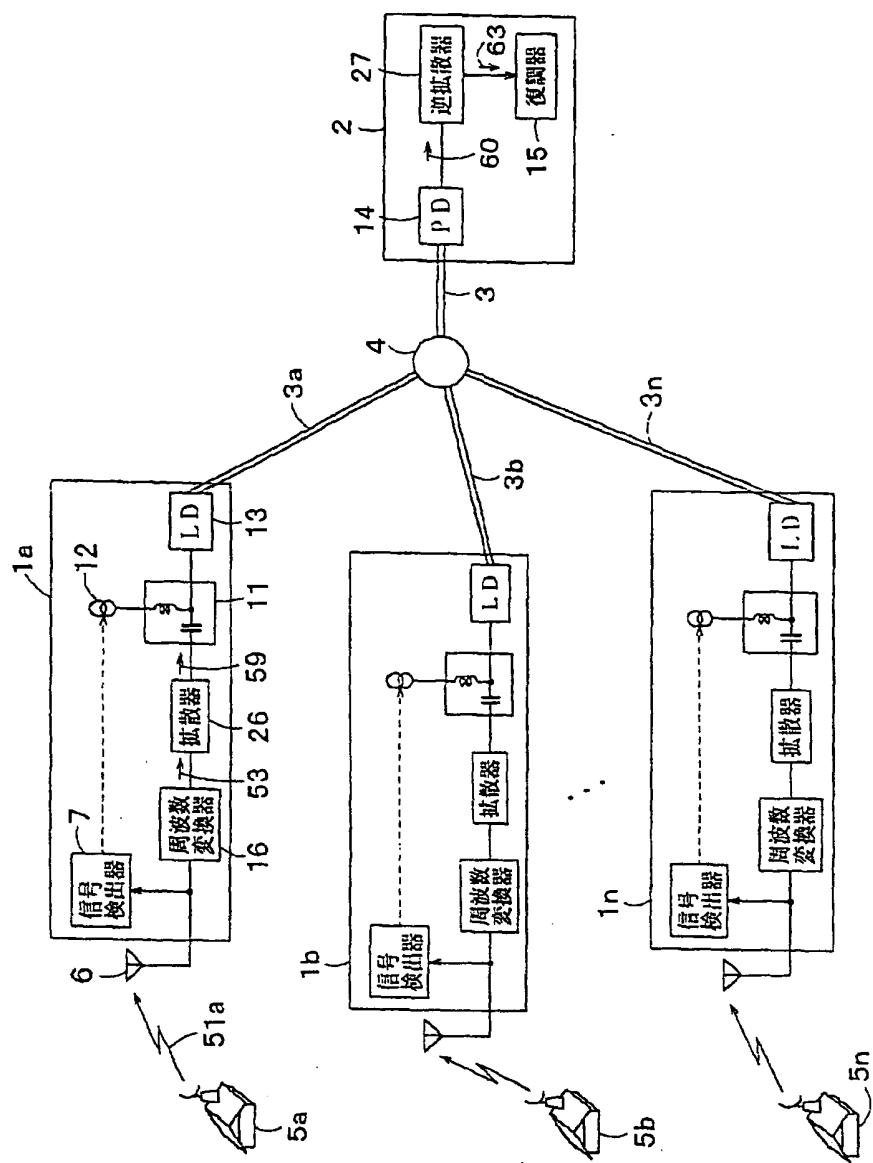
【図20】



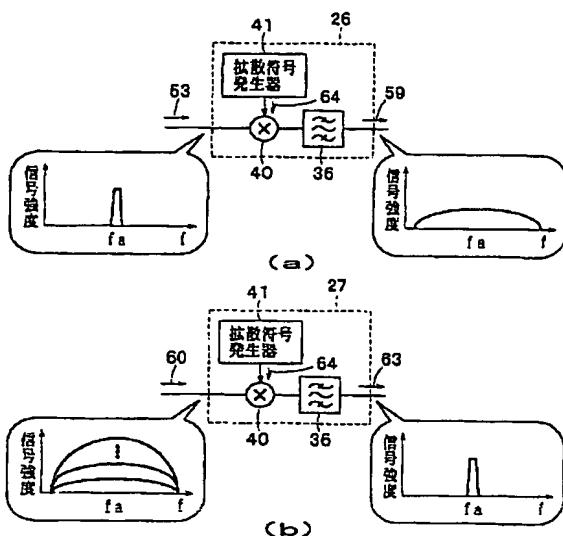
【図14】



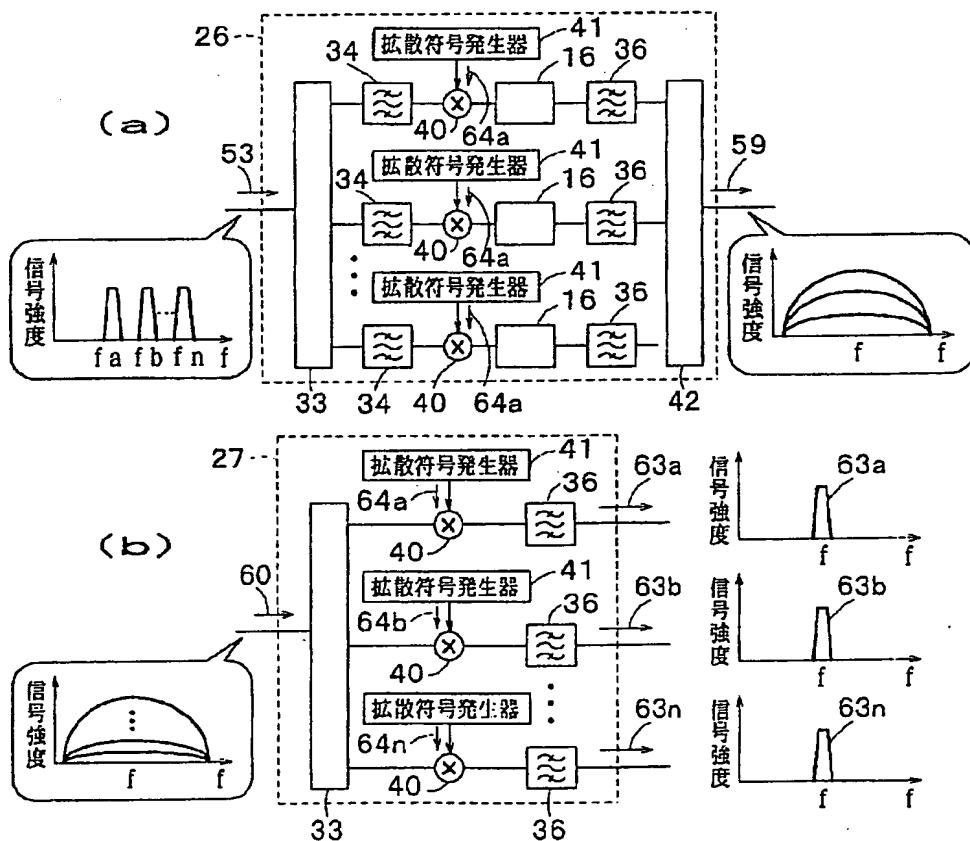
【図 19】



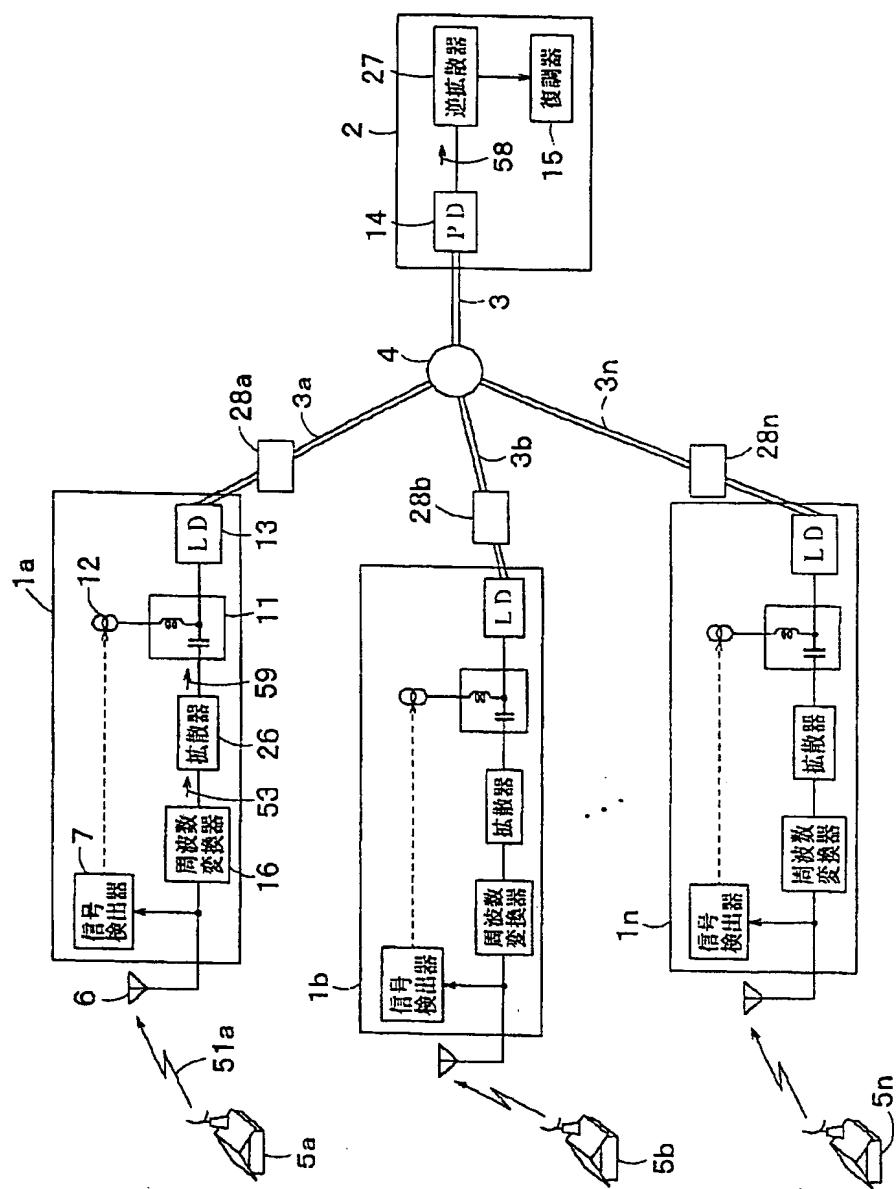
【图21】



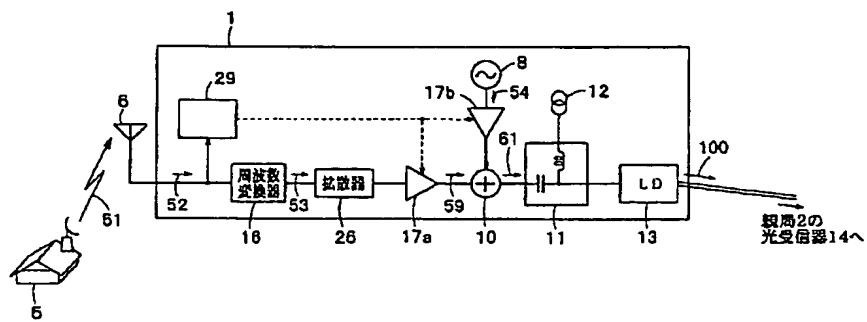
(图22)



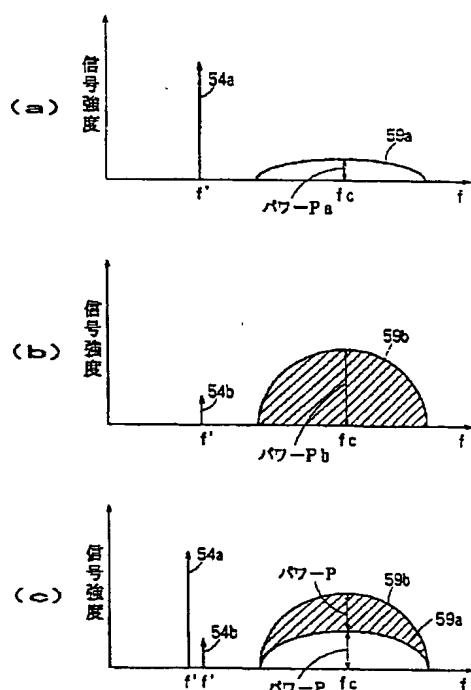
【図 23】



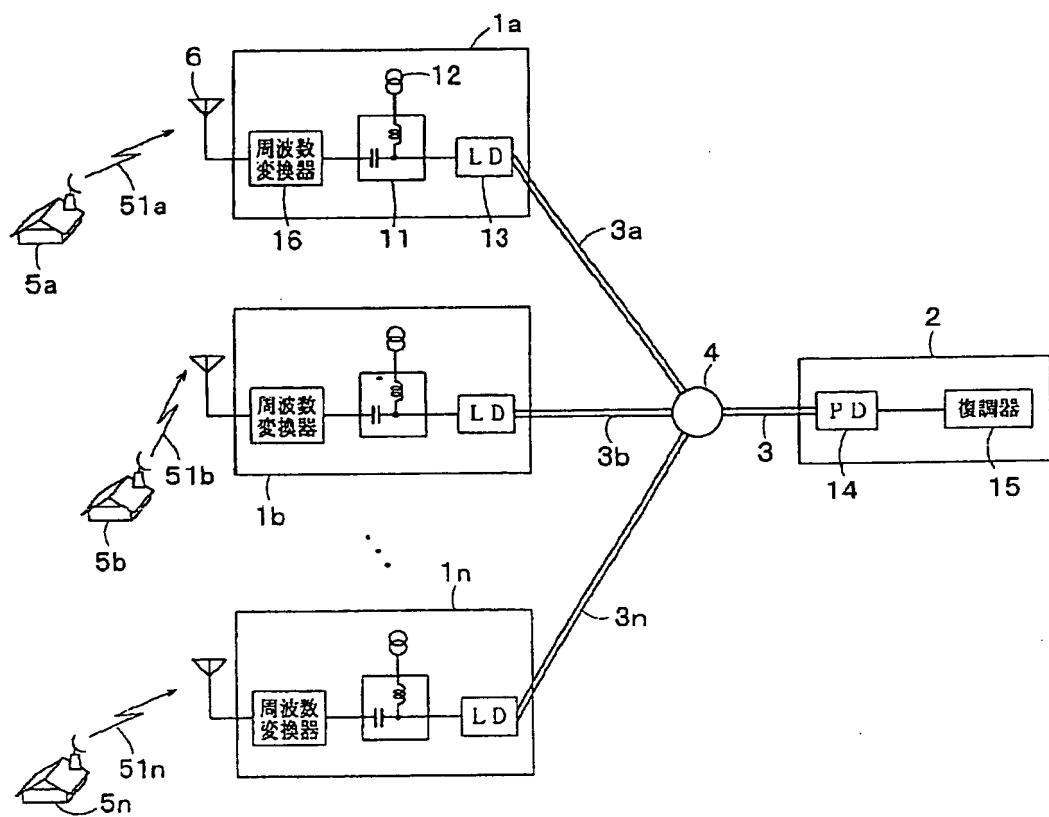
【図24】



【図25】



【図26】




---

フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード<sup>\*</sup> (参考)

H O 1 S 5/062  
5/0683

H O 4 B 9/00  
H O 4 J 13/00

N  
A

H O 4 B 10/02

10/18

10/20

H O 4 J 13/00

F ターム(参考) 5F073 AB21 AB25 AB28 BA02 GA03

GA24 GA38

5F089 AA01 AB03 CA15 FA03

5K002 AA01 AA03 BA04 BA13 CA02

CA16 CA17 DA12 DA21 EA03

FA01

5K022 EE01 EE11 EE21